STAHL UND EISEN
ZEITSCHRIFT
FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN.

Nr. 21. 26. Mai 1927. 47. Jahrgang.

Der Graphit im grauen Gußeisen*).

Von Dr.-Ing. P. Bardenheuer in Düsseldorf.

(Bedeutung der Graphitmenge im Gußeisen. Theorie der Graphitausscheidung. Zusammenhang der Kristallisationsbedingungen des Graphits mit seiner Form und Verteilung. Einfluß der Graphitausbildung auf die Eigenschaften des grauen Gußeisens. Aeltere und neue Verfahren zur günstigen Beeinflussung der Graphitausscheidung.)

[Hierzu Tafel 9 und 10.]

A. Einleitung.

Das wesentliche Kennzeichen der Gruppe Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, die im Gegensatz zum Stahl unter der Bezeichnung „Gußeisen" zusammengefaßt werden, ist der hohe Kohlenstoffgehalt. Unter den Legierungselementen des Gußeisens hat der Kohlenstoff für dessen Eigenschaften die größte Bedeutung, und die beabsichtigten Aenderungen derselben erfolgen fast ausnahmslos entweder durch die Regelung seiner Menge oder der Form, in der er am Gefügeaufbau der Legierung teilnimmt. Im Gußeisen kann der Kohlenstoff sowohl an Eisen chemisch gebunden als Eisenkarbid, als auch in freier Form als Graphit oder Temperkohle auftreten. Das Eisenkarbid ist der härteste Bestandteil der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. In Gehalten bis zu 1 % ist der gebundene Kohlenstoff als Träger einer hohen Festigkeit im Gußeisen in den meisten Fällen gern gesehen; übersteigt er aber dieses Maß wesentlich, so wird der Werkstoff sehr schnell so hart und spröde, daß er mit Schneidwerkzeugen nicht mehr zu bearbeiten und für die meisten Zwecke nicht zu verwenden ist. Man ist daher genötigt, durch Hinzulegieren anderer Stoffe oder durch geeignete Wärmebehandlung darauf hinzuarbeiten, daß ein ausreichend großer Teil des Kohlenstoffs in elementarer Form auftritt, in der er der Bearbeitbarkeit keine Schwierigkeiten entgegensetzt. Man erhält dadurch ein Erzeugnis mit den gleichen Gefügebestandteilen, die der Stahl aufweist, dessen metallische Grundmasse aber von dem eingelagerten elementaren Kohlenstoff, Graphit bzw. Temperkohle, durchsetzt ist.

Die Graphitblättchen wie auch die Temperkohleknötchen sind als Konglomerat aus sehr vielen Einzelkristallen aufzufassen, das weder selbst eine nennenswerte Festigkeit besitzt, noch mit der Grundmasse fest verbunden ist. In beiden Fällen handelt es sich um die gleiche Kristallart, Rhomboeder, deren Größe von F. Wever[1]) auf Grund von röntgenographischen Aufnahmen beim Graphit auf 100×10^{-8} cm und bei der Temperkohle auf 30 bis 50×10^{-8} cm geschätzt wurde. Demnach würde sich ein Graphitblättchen mittlerer Größe des grauen Gußeisens aus mehreren Hunderttausend und ein Temperkohleknötchen aus mehreren Millionen Einzelkristallen zusammensetzen.

Im grauen Gußeisen beträgt der Graphitgehalt gewöhnlich etwa 3 % und nur selten weniger als 2 %. Die Bedeutung dieser Graphitgehalte als störende Einlagerung kann erst richtig zum Ausdruck kommen, wenn man dieselben anstatt in Gewichtsprozenten in Volumprozenten angibt. Nimmt man das spezifische Gewicht des Gußeisens zu 7,3 und das des Graphits zu 2,1 an, so entsprechen einem Gewichtsprozent rd. 3,5 Volumprozente Graphit. Ein anschauliches Bild von der im Gußeisen eingelagerten Graphitmenge ergibt sich, wenn man das Mengenverhältnis einer bestimmten Eisenmenge zu dem des darin enthaltenen Graphits zur Darstellung bringt, wie das in Abb. 1 für ein Gußeisen mit 2,5 Gewichts- oder 8,7 Volumprozenten Graphit geschehen ist: der kleine Würfel gibt das Volumen des in einer Gußeisenmenge von der Größe des großen Würfels enthaltenen Graphits wieder. Man mag sich hieraus ein Bild davon machen, wie wichtig es ist, daß der Graphit in einer Form zur Abscheidung gebracht wird, in der er den Zusammenhang der metallischen

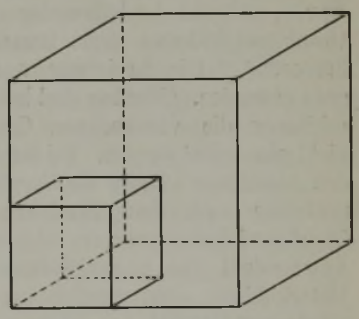

Abbildung 1. Mengenverhältnis des Gußeisens und des darin enthaltenen Graphits (2,5 %). (2,5 Gew.-% = 8,7 Vol.-% Graphit.)

*) Nach einem Vortrag: „Die Abscheidung von elementarem Kohlenstoff im grauen Gußeisen und im Temperguß" gelegentlich der Eisengießereitechnischen Hochschulwoche Stuttgart am 4. Dezember 1926.

[1]) Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 4 (1922) S. 81/6.

Grundmasse möglichst wenig stört. Die Form und die Verteilung des Graphits hängt in erster Linie von den Bedingungen ab, unter denen er zur Ausscheidung kommt.

B. Der Vorgang der Graphitbildung.

Nach der Mehrzahl der älteren Untersuchungen soll das stabile Graphitsystem aus dem metastabilen Karbidsystem in der Weise hervorgehen, daß sich aus der Schmelze der Kohlenstoff nur als Eisenkarbid ausscheidet, welches sich aber bald nach der Erstarrung unter Graphitbildung zersetzt. Als erster wies C. Benedicks[2]) im Jahre 1906 auf die Möglichkeit der direkten Ausscheidung von Graphit aus der Schmelze hin. H. Howe[3]) schloß sich dieser Ansicht an. Erst im Jahre 1917 gelang es R. Ruer und F. Goerens[4]) durch eine sorgfältig durchgeführte Untersuchung, die Ausscheidung von Graphit unmittelbar aus der Schmelze einwandfrei nachzuweisen. Sie stellten fest, daß die Erstarrungstemperatur des Graphiteutektikums um 7° höher liegt als die des Karbideutektikums, daß also zur Ausscheidung von Graphit nicht erst Eisenkarbid vorhanden sein muß. Die Hauptschwierigkeit, die der Erforschung der Erstarrungsverhältnisse der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit höheren Kohlenstoffgehalten entgegensteht, ist die große Neigung dieser Legierungen zur Unterkühlung und bei der Erstarrung in das metastabile System überzugehen. Ruer und Goerens beseitigten bei ihren Versuchen die Unterkühlung in der Weise, daß sie die Legierungen wiederholt bis kurz über den Schmelzpunkt des Eutektikums erhitzten und wieder bis etwas unter die Erstarrungstemperatur abkühlten. Der tieferliegende Haltepunkt des Karbideutektikums der ursprünglich weißen Legierung verschwand dabei immer mehr aus der Zeit-Temperatur-Kurve, während der höhergelegene Punkt des Graphiteutektikums darin immer deutlicher hervortrat. Die Legierung war schließlich grau geworden. Offenbar sind bei der Wiedererhitzung die vorhandenen Graphitkristalle nicht ganz gelöst worden. Bei der darauffolgenden Abkühlung konnte die Graphitausscheidung unmittelbar nach dem Erreichen der eutektischen Gleichgewichtstemperatur erfolgen, da wegen der Anwesenheit von Graphitkeimen eine vollständige Unterkühlung nicht möglich war. Auf diese Weise wurde grundsätzlich das gleiche erreicht, was in übereutektischen Legierungen, die zu Beginn der Erstarrung Garschaumgraphit ausscheiden, durch diese Kristalle erfolgt; in beiden Fällen wird die nachfolgende Kristallisation des eutektischen Graphits durch die bereits vorhandenen Kristalle, die als Keime oder Kristallkerne dienen, unmittelbar nach dem Durchschreiten der Gleichgewichtstemperatur eingeleitet. Daß ein übereutektisches Gußeisen viel weniger zum Weißwerden, d. h. zur Erstarrung im metastabilen Karbidsystem neigt als ein untereutektisches, ist genügend bekannt.

[2]) Metallurgie 3 (1906) S. 393/5, 425/41 u. 466/76.
[3]) Metallurgie 6 (1909) S. 65/83 u. 105/27.
[4]) Ferrum 14 (1916/17) S. 161/77.

Durch die Untersuchung von R. Ruer und F. Goerens, deren Ergebnisse bei Wiederholung der Versuche durch P. Goerens[5]) bestätigt wurden, ist die Theorie über die Entstehung des grauen Gußeisens so weit geklärt, daß man sich ein lückenloses Bild von dem Vorgang der Graphitbildung sowie von dem Einfluß der verschiedenen Kristallisationsbedingungen auf die Form und die Verteilung des Graphits im technischen Gußeisen machen kann.

Die Ausscheidung des Graphits im Gußeisen erfolgt in ganz entsprechender Weise wie die Kristallisation irgendeiner anderen Schmelze. Der Kristallisationsvorgang ist namentlich von G. Tammann[6]) sehr eingehend untersucht worden. Bei der Kristallisation eines Stoffes müssen sich zunächst Kristallkerne bilden, die dann innerhalb eines Temperaturgebietes merklicher Kristallisationsgeschwindigkeit weiter anwachsen. Die Kristallisationsgeschwindigkeit steigt im allgemeinen unmittelbar unter der Schmelztemperatur mit wachsender Unterkühlung entsprechend der Kurve K. G. (Abb. 2) bis zu einem Höchstwert an, hält diesen Wert für ein mehr oder weniger großes Unterkühlungsgebiet an und fällt dann wieder rasch ab. Die Kristallisation geht von einzelnen Kernen aus; die Zahl der in der Volumeneinheit in der Zeiteinheit bei gleichbleibender Temperatur sich bildenden Kerne ist die Kernzahl. Die Kurve der Kernzahl K. Z. steigt sehr schnell bis zu einem Höchstwert an und fällt dann ebenso schnell wieder auf den Wert Null ab. Für die Kristallisation ist nun nicht allein die Größe der Kristallisationsgeschwindigkeit und der Kernzahl, sondern auch die gegenseitige Lage der beiden Temperaturgebiete entscheidend. Wächst unterhalb des Schmelzpunktes die Kernzahl gleichzeitig mit der Kristallisationsgeschwindigkeit zu ihrem Höchstwert an, so geht die Kristallisation von den zahlreichen sich bildenden Kernen aus mit großer Geschwindigkeit vor sich (K. Z. 1). Der andere Grenzfall ist der, daß sich in dem Temperaturgebiet, in dem die Kerne wachsen könnten, noch keine bilden, sondern erst bei tieferer Temperatur, bei der sie nicht mehr weiter anwachsen können (Kurve K. Z. 2); es tritt also vollkommene Unterkühlung ein. Außer diesen Grenzfällen kann die Kernzahl zu Zeitpunkten zu hohen Werten anwachsen, in denen das Temperaturgebiet der günstigsten Kristallisationsgeschwindigkeit bereits mehr oder weniger weit durchlaufen worden ist (z. B. Kurve K. Z. 3). In diesem Falle entstehen viele kleine Kristalle. Ferner kann es noch vorkommen, daß die

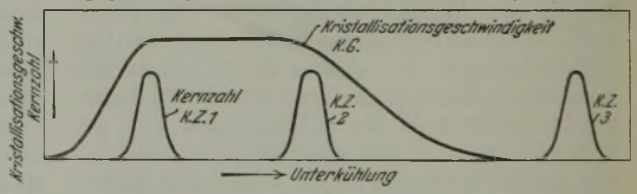

Abbildung 2. Kernbildung und Kristallisationsgeschwindigkeit beim Erstarren einer Schmelze.

[5]) St. u. E. 45 (1925) S. 137/40.
[6]) Kristallisieren und Schmelzen (Leipzig: Joh. Ambr. Barth 1903) S. 131.

Kristallisation in einem Zeitpunkt einsetzt, in dem die Kernzahl verhältnismäßig klein, die Kristallisationsgeschwindigkeit aber groß ist, so daß nur wenige Kerne zu großen Abmessungen anwachsen.

Betrachtet man die Kristallisation des Graphiteutektikums von den gleichen Gesichtspunkten aus, so ist dabei zu berücksichtigen, daß wegen der Neigung der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, nach dem metastabilen System Eisen-Eisenkarbid zu erstarren, namentlich bei großer Abkühlungsgeschwindigkeit damit gerechnet werden muß, daß nur ein mehr oder weniger großer Teil des Kohlenstoffs als Graphit und der Rest als Eisenkarbid auskristallisiert. Die Erstarrung nach dem Karbidsystem läßt sich demnach als eine Unterkühlung des Graphitsystems auffassen.

Im eutektischen und untereutektischen grauen Gußeisen hat man also dann eine reichliche Graphitausscheidung zu erwarten, wenn die Unterkühlung unter die eutektische Gleichgewichtstemperatur nur gering ist, d. h. wenn Graphitkerne sich infolge einer günstigen chemischen Zusammensetzung oder günstiger Abkühlungsverhältnisse gleich nach dem Erreichen der eutektischen Erstarrungstemperatur bilden können oder wenn solche beim Durchschreiten des eutektischen Erstarrungspunktes bereits vorhanden sind. Letzteres ist fast stets bei wenig überhitzten Schmelzen aus grauem Gußeisen der Fall, in denen noch Reste von Graphit ungelöst zurückgeblieben sind. In solchen Fällen können die Graphitblätter zu um so größeren Abmessungen anwachsen, je mehr Graphit zur Ausscheidung kommt und von je weniger Kernen seine Kristallisation ausgeht. Ist die Kernzahl sehr groß, so tritt das Graphiteutektikum selbst bei großen Graphitmengen in einer feinverteilten Form auf. Je später die Bildung der Kerne einsetzt, um so weniger Zeit steht ihnen bei gleicher Kristallisationsgeschwindigkeit zum Wachsen zur Verfügung, um so geringer ist also bei gleicher Kernzahl die Menge des zur Ausscheidung kommenden Graphits. Fällt der Höchstwert der Kernzahl in ein Temperaturgebiet, in dem die Kristallisationsgeschwindigkeit bereits gering geworden ist, so können nur noch kleine Mengen Graphit in feiner Verteilung auskristallisieren. Tritt schließlich erst Kernbildung ein, wenn eine merkliche Kristallisationsgeschwindigkeit kaum noch vorhanden ist, so erstarrt die Legierung weiß. Da aber auch in einem weiß erstarrten, also vollständig unterkühlten Gußeisen infolge der geringen Beständigkeit des Eisenkarbids sowohl die Bildung von Graphitkernen als auch das weitere Anwachsen derselben noch möglich ist, so kann durch Begünstigung der Bedingungen für den Zerfall des Eisenkarbids, durch Erhitzen der festen Legierung, noch eine beliebig starke Kohlenstoffausscheidung bewirkt werden. Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit für die Bildung des elementaren Kohlenstoffs aus dem kristallisierten Karbid sind in diesem Falle aber im Vergleich zur Kristallisation aus der Schmelze nur gering, so daß um wenige Kerne der Kohlenstoff sich mit geringer Geschwindigkeit ausscheidet, es entsteht Temperkohle. Im Gegensatz zu den bei der eutektischen Erstarrung sich bildenden dünnen Graphitblättchen liegt die Temperkohle in der Form rundlicher Knötchen vor.

Die Bedingungen für das Anwachsen der Graphitblättchen des Eutektikums zu großen Abmessungen sind in eutektischen Legierungen insofern am günstigsten, weil dabei 100 % der Legierung als Eutektikum kristallisieren, also die größte Wärmemenge frei wird. Die Dauer des Haltepunktes ist infolgedessen hier am größten, so daß dem Anwachsen der Graphitblättchen zu großen Abmessungen die längste Zeitdauer zur Verfügung steht.

In untereutektischen Legierungen können bei der Erstarrung die Graphitblättchen um so weniger stark anwachsen, je mehr Kristalle sich vorher ausgeschieden haben; denn zwischen den Dendriten der Mischkristalle steht der Ausdehnung der Graphitblättchen nur ein beschränkter Raum zur Verfügung. Dieser Raum ist um so enger, je mehr Mischkristalle und in je feinerer Verteilung dieselben vorhanden sind. Im untereutektischen Gußeisen bewirken also solche Mittel, die eine Ausscheidung der Mischkristalle in feiner Form bedingen, wie z. B. ein Zusatz von Nickel, Chrom und reichlich Mangan, oder eine schnelle Abkühlung eine feine Verteilung des Graphits. Ferner erfolgt in Gegenwart von Mischkristallen die Erstarrung des Graphiteutektikums schneller, weil die freiwerdende Kristallisationswärme des Eutektikums von den Mischkristallen aufgenommen und abgeleitet wird. Im Falle einer Unterkühlung kann infolgedessen die Gleichgewichtstemperatur nur langsam oder überhaupt nicht mehr erreicht werden. Je geringer der Gesamtkohlenstoffgehalt ist, um so feiner kommt unter sonst gleichen Bedingungen der Graphit zur Ausscheidung.

Was die Form des unter den verschiedenen Bedingungen ausgeschiedenen Graphits betrifft, so können größere Blättchen nur in der flüssigen Phase entstehen. Da nach beendigter Erstarrung durch den Zerfall des Eisenkarbids gewöhnlich noch beträchtliche Mengen Graphit ausgeschieden werden, wachsen die Graphitblättchen in der festen Legierung noch weiter an. Man muß annehmen, daß dieses Anwachsen an der ganzen Oberfläche der Graphitkristalle gleichmäßig erfolgt, wobei die dünnen Blättchen also in der Hauptsache stärker werden, während eine größere Ausdehnung in Richtung ihrer größten Achsen nicht zu erwarten ist. Die Neubildung ausgedehnter Graphitblättchen in der unterkühlten, also vollständig erstarrten Legierung ist entgegen der noch vielfach vertretenen Auffassung nicht mehr möglich. Als Stütze für diese Auffassung wird angeführt, daß sich beim Tempern von weiß erstarrtem Eisen bei Temperaturen oberhalb 1000° der normale flockige Graphit des grauen Gußeisens bildet. In den letzten Jahren ist diese Behauptung namentlich von L. Northcott[7]) und K. Honda und T. Murakami[8]) vertreten und als

[7]) Foundry Trade J. 29 (1924) S. 515/21; vgl. St. u. E. 44 (1924) S. 1777.

[8]) J. Iron Steel Inst. 102 (1920) S. 287/94; vgl. St. u. E. 41 (1921) S. 767/8. Science Rep. Tohoku Univ. 10 (1921) S. 273/303; vgl. St. u. E. 45 (1925) S. 1032/3. S. a. K. Honda und H. Endo: Z. anorg. Chem. 154 (1926) S. 238/52.

Beweis gegen die Graphitbildung unmittelbar aus der Schmelze angeführt worden.

Um über die Form der Kohlenstoffausscheidung in weiß erstarrtem Eisen durch Glühen bei hoher Temperatur Aufschluß zu erhalten, wurden Proben von weißem schwedischem Roheisen einmal in eine Sandform und einmal in eine Kokille gegossen; das Gefüge der beiden Schliffe ist in Abb. 3 und 4 wiedergegeben. Teile dieser Proben wurden bei 900, 1000 und 1100° je 3 st lang geglüht. In den bei 900 und 1000° geglühten Proben war, abgesehen von einigen wenigen punktförmigen Kohlenstoffausscheidungen, eine Gefügeänderung nicht eingetreten; von einer Wiedergabe dieser Gefügebilder kann daher Abstand genommen werden. Die Schliffbilder der bei 1100° geglühten Proben zeigen im ungeätzten Zustande langgestreckte Kohlenstoffausscheidungen, die man bei oberflächlicher Betrachtung sehr leicht als normale Graphitblättchen ansprechen könnte. Erst nach dem Aetzen gibt das Schliffbild Aufschluß über das Zustandekommen dieser Form der Kohlenstoffausscheidung. Abb. 5 und 6 (s. Tafel 9) zeigen das Gefüge der schwach angeätzten Proben. Die Glühung bei 1100° hat eine wesentliche Gefügeänderung zur Folge gehabt. An die Stelle der ursprünglichen Dendritenstruktur ist eine Netzstruktur getreten, und zwar hat sich ein Netzwerk aus Zementit und Graphit gebildet; die Grundmasse ist Perlit. Zwischen dem Sandguß und dem Kokillenguß ist ein Gefügeunterschied nicht mehr festzustellen. Aus den Gefügebildern geht deutlich hervor, daß die gestreckten Kohlenstoffausscheidungen durch den Zerfall von Zementitkristallen der gleichen Größenordnung entstanden sind. Zum Teil setzen sie sich aus kleinen Stücken von unterschiedlicher Stärke zusammen. Es handelt sich hier also um Korngrenzengraphit, der sich aus Korngrenzenzementit nach erfolgter Umkristallisation der ursprünglichen Dendritenstruktur gebildet hat. Fast das gleiche Gefügebild haben F. Rapatz und H. Pollack[9]) als Beispiel für einen übereutektoiden Stahl mit Schwarzbruch wiedergegeben. Diese Form des Graphits, die mit den in der Schmelze frei entwickelten normalen Graphitblättchen bzw. dem flockigen Graphit des grauen Gußeisens nicht verwechselt werden darf, ist unbedingt als Temperkohle anzusprechen. Der Versuch zeigt, daß durch Tempern selbst bei Temperaturen, die kurz unterhalb des Schmelzpunktes des weißen Gußeisens liegen, kein Graphit, sondern immer nur Temperkohle entsteht.

×100

Abbildung 3. Weißes schwedisches Roheisen. In Sandform gegossen (geätzt).

Der gleiche Versuch wurde mit einem Eisen mit etwa 1 % P und 1 % Si wiederholt. Der Sandguß erstarrte unter normaler Graphitbildung grau. Bei der 1100°-Glühung wurde die in Sand gegossene Probe mit rundem Querschnitt (30 mm Durchmesser) oval, von dem Kokillenguß schmolz mehr als die Hälfte ab. Infolge des niedrigen Schmelzpunktes des ternären Phosphideutektikums (950°) sind einzelne Teile der Legierung bei 1100° flüssig geworden. In Abb. 7, 8 und 9 ist das Gefüge der in Kokille gegossenen Probe vor der Glühung und nach der 1000°- und 1100°-Glühung wiedergegeben. Der Kokillenguß zeigt kleine, fast punktförmige Graphitkeime, die bei der 1000°-Glühung etwas größer geworden sind. Bei der 1100°-Glühung haben sich normale Graphitblättchen größerer Abmessungen gebildet. Hiernach kann also beim „Tempern" bei 1100° normale Graphitbildung in Form gut entwickelter Blättchen eintreten, aber nur in solchen Fällen, in denen einzelne Teile der Legierung bei der angewandten Tem-

×100

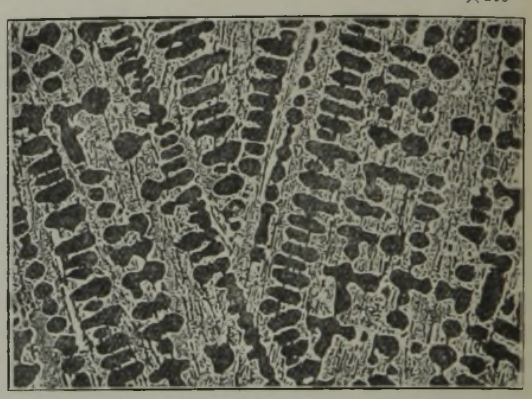

Abbildung 4. Weißes schwedisches Roheisen. In Kokille gegossen (geätzt).

×100

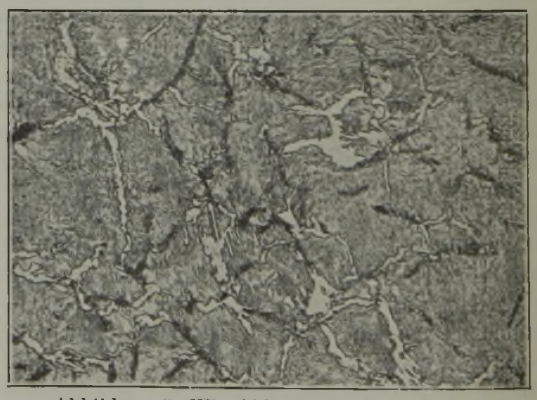

Abbildung 5. Wie Abb. 3 nach dem Glühen, 3 st bei 1100° (schwach geätzt).

[9]) St. u. E. 44 (1924) S. 1509/14 (Abb. 7, Tafel 9).

peratur flüssig werden. Bei Temperguß mit mehr als 0,3 % P besteht also die Gefahr, daß sich durch das Tempern Graphit bildet, wenn dabei der Schmelzpunkt des ternären Eutektikums überschritten wird. Im übrigen bestätigen diese Versuche die Annahme, daß die Gegenwart der flüssigen Phase die wichtigste Voraussetzung für die Graphitbildung ist.

Es wurde oben angenommen, daß im flüssigen Gußeisen noch Reste von ungelöstem Graphit vorhanden sein können. Diese Annahme ist seit einiger Zeit in Deutschland fast allgemein verbreitet, und man erklärt die Wirkung der von E. Piwowarsky[10]) vorgeschlagenen Ueberhitzung des Gußeisens sowie die Wirkung des Rüttelns nach dem Verfahren von J. Dechesne[11]) durch die nachträgliche Zerstörung dieser Graphitreste. Diese Anschauung steht im Widerspruch zu den Beobachtungen einer Reihe ausländischer Forscher, unter denen hier nur L. Northcott[7]) sowie K. Honda und T. Murakami[8]) genannt seien. Um einen Beweis der Theorie, die Graphitbildung erfolge erst nach beendigter Erstarrung, zu erbringen, führen dieselben Versuche an, in denen beim Abschrecken einer Probe unmittelbar nach der Erstarrung bei 1130° bzw. der noch flüssigen Legierung kein Graphit erhalten wurde.

Zur näheren Prüfung dieser Fragen wurde eine Probe von grauem Gußeisen im elektrischen Widerstandsofen, Bauart Krupp, geschmolzen, auf 1300° erhitzt und in kaltes Wasser gegossen, das gut umgerührt wurde. In gleicher Weise wurde eine Probe Kuppelofeneisen, das bei etwas mehr als 1300° aus dem Ofen kam, abgeschreckt. Zur metallographischen Untersuchung dienten kleine Proben von 2 bzw. 4 mm Stärke. Wie die Schliffbilder Abb. 10 und 11 zeigen, sind in beiden Fällen beachtenswerte Mengen Graphit in fein verteilter Form erhalten geblieben. Weiter wurde je eine Probe von grauem Gußeisen und von Hämatitroheisen mit grobkörnigem Bruch im Tammann-Ofen eingeschmolzen, 10 min auf 1200° gehalten und in kaltem Wasser abgeschreckt. Je eine zweite Probe der gleichen Eisensorten wurde 10 min lang auf 1500° erhitzt und dann in gleicher Weise abgeschreckt. Probestücke mit etwa 2 mm Wandstärke wurden metallographisch untersucht. Abb. 12 bis 15 geben die Schliffbilder der ungeätzten Proben wieder. Während bei der Abschreckung der auf 1200° erhitzten Proben noch sehr viele kleine Graphitkerne in nesterförmiger Anordnung zurückgeblieben sind, ist durch das kurze Erhitzen auf 1500° der Graphit vollständig aufgelöst worden.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, daß aus dem Ergebnis von Abschreckversuchen nicht ohne weiteres allgemeine Schlüsse auf den Zeitpunkt der Graphitausscheidung gezogen werden dürfen. Selbst wenn beim Abschrecken unmittelbar nach der Erstarrung kein Graphit erhalten wird, so ist dies lediglich eine Folge der restlosen Zerstörung des Graphits bei hoher Temperatur. Die Versuche zeigen also im wesentlichen nur, daß je nach der angewandten Ueberhitzungstemperatur der Schmelze die Graphitausscheidung in der flüssigen Phase unterdrückt und die Kohlenstoffausscheidung ganz in die feste Phase verlegt werden kann. Ferner dürfte durch die Versuche der Nachweis dafür erbracht sein, daß der Graphit im Gußeisen sich mit ausreichender Geschwindigkeit erst bei hoher Temperatur (etwa 1500°) ganz auflöst, daß also die gewöhnlich erreichten Schmelztemperaturen kaum ausreichen dürften, die Graphitkerne vollkommen zu zerstören. Gleichzeitig wird also auch die vielfach geäußerte Vermutung bestätigt, daß die günstige Wirkung der Ueberhitzung des Gußeisens auf die feinere Ausbildung des Graphits in der vollständigen Auflösung der in der Schmelze befindlichen Graphitreste zu suchen ist. Infolge der Zerstörung der in der Schmelze vorhandenen Kristallkerne wird eine stärkere Unterkühlung erreicht, so daß die erst verspätet entstandenen Keime nur noch in beschränktem Ausmaße anwachsen können.

Der Einfluß der Schmelzüberhitzung auf die Auflösung der Kristallkerne ist an organischen Stoffen mit guter Unterkühlbarkeit eingehend verfolgt worden. In Abb. 16 sind die Ergebnisse wiedergegeben, die P. Othmer[12]) mit Piperonal gefunden hat. Wie der Kurvenverlauf anzeigt, läßt sich die Abnahme der Kernzahl mit ansteigender Ueberhitzung über den Schmelzpunkt hinaus sehr gut festlegen.

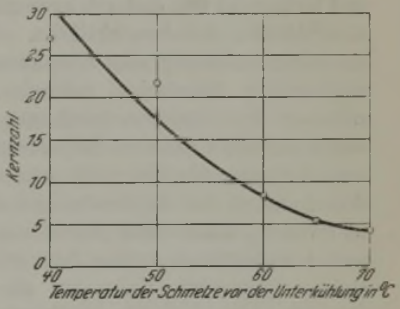

Abbildung 16. Einfluß der Ueberhitzungstemperatur der Schmelze auf die Kernzahl bei Piperonal. (Nach P. Othmer.)

Daß die Graphitbildung im weißen Gußeisen auch durch fremde Keime künstlich angeregt werden kann, hat E. Scheil[13]) im Tammannschen Institut in Göttingen durch einen einfachen Versuch einwandfrei nachgewiesen. Ein Kohlestab wurde in eine Schmelze von reinem weißem Gußeisen eingetaucht und 15 min lang bei 1300° gehalten; darauf wurde die Schmelze schnell abgekühlt. Die ungeätzte Probe Abb. 17 läßt erkennen, daß lange spießige Graphitkristalle von der Kohle aus in die Schmelze hineingewachsen sind. Nach dem Aetzen der Probe (Abb. 18) erkennt man, daß in der Umgebung der Graphitkristalle Mischkristalle vorhanden sind, während die übrige Schmelze unter Bildung des Ledeburiteutektikums erstarrt ist. Daraus geht hervor, daß bei der Kristallisation des Graphits der näheren Umgebung Kohlenstoff entzogen worden ist, daß es sich dabei also nicht etwa um die Ausscheidung von Garschaumgraphit in

[10]) Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 63 (1925); St. u. E. 45 (1925) S. 1455/61.

[11]) C. Irresberger: Rüttelherd zur Vergütung von flüssigem Gußeisen und Stahl, St. u. E. 46 (1926) S. 869/72; s. a. Gieß. 13 (1926) S. 425/7 u. Gieß.-Zg. 23 (1926) S. 355/8.

[12]) Z. anorg. Chem. 91 (1915) S. 209/47.

[13]) Bisher unveröffentlichte Versuche, deren Ergebnisse Herr Dr. Scheil mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt hat.

einer stark aufgekohlten Zone der Schmelze handeln kann.

Dieser Versuch ist insofern bedeutsam, als K. Honda[8]) wiederholt darauf hinweist, daß ein in die Schmelze eingeführter Graphitstab die Graphitabscheidung nicht begünstigt. Das negative Ergebnis seines Versuchs dient ihm als Stütze seiner Auffassung, daß eine Graphitbildung unmittelbar aus der Schmelze nicht angenommen werden kann.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß im grauen Gußeisen, das nur wenig über seinen Schmelzpunkt hinaus erhitzt worden ist, die Graphitbildung durch ungelöste Reste von altem Graphit eingeleitet werden kann. Die Folge davon ist, daß die Kristallisation des Graphits unmittelbar nach Unterschreiten der eutektischen Temperatur von verhältnismäßig wenigen Kernen ausgeht, die dann zu großen Abmessungen anwachsen. An Stelle des feinen Graphiteutektikums tritt grobblättriger Graphit, wie man ihn im gewöhnlichen Grauguß meistens vorfindet. In einer Arbeit über die Theorie des Graugusses geht H. Hanemann[14]) auf die Beeinflussung der Graphitbildung durch die restlichen Graphitkeime näher ein und bezeichnet den dadurch bedingten grobblättrigen Graphit als Scheineutektikum. Erst nach vollständiger Auflösung aller Graphitreste, also in einer vollkommen keimfreien Schmelze, kann die Erstarrung des Graphiteutektikums in der üblichen Weise verlaufen. In dem Falle steigt bei eintretender Unterkühlung die Kernzahl sehr schnell zu hohen Werten an, so daß die Kristallisation des Graphits an sehr vielen Punkten fast gleichzeitig einsetzt und das wahre Eutektikum in der feinverteilten Form entsteht. Hanemann weist auf die bemerkenswerte Tatsache hin, daß der grobblättrige Graphit des Scheineutektikums gleichmäßig in der Grundmasse verteilt ist, während das feinverteilte wahre Graphiteutektikum den zuerst ausgeschiedenen Mischkristallen zwischengelagert ist. Die Bildung des wahren Eutektikums ist nach Hanemann unabhängig von der Abkühlungsgeschwindigkeit; in einer untereutektischen Legierung stellt es sich in der gleichen feinen Ausbildung bei schneller wie auch bei ganz langsamer Abkühlung (von 1500 bis 1100° in 2 st) ein.

Der Vorgang der Temperkohlebildung unterscheidet sich von dem der Graphitbildung im wesentlichen dadurch, daß er sich in der vollständig erstarrten Legierung abspielt. Die Bedingungen für die Kristallisation des elementaren Kohlenstoffs aus dem festen Eisenkarbid sind ganz andere als die der Graphitbildung aus der Schmelze; namentlich sind die Werte für die Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit bedeutend kleiner; sie sind abhängig von der Zerfallsgeschwindigkeit des Karbids. Je mehr Kerne sich bilden, um so größere Mengen Temperkohle können sich in der Zeiteinheit ausscheiden.

Was den Einfluß der Zusammensetzung der Legierung auf die Ausscheidung des Graphits bzw. der Temperkohle betrifft, so ist dabei in erster Linie der Gesamtkohlenstoff zu berücksichtigen. Ganz allgemein läßt sich sagen, je höher der Gesamtkohlenstoff ist, desto leichter und in so größeren Mengen flockt unter sonst gleichen Bedingungen der elementare Kohlenstoff aus, und desto größer ist die Neigung zu einem starken Anwachsen der Graphitblättchen. Mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt wird die Bildung von Graphit in beschränktem Umfange und in feinverteilter Form in mehrfacher Hinsicht begünstigt:

1. Die Ausbildung grober Graphitlamellen ist um so stärker behindert, je mehr Mischkristalle bei der Erstarrung des Eutektikums bereits vorhanden sind.

2. Die Zeitdauer der Erstarrung des Eutektikums wird mit zunehmendem Gehalt an Mischkristallen kürzer; die Zeit zum Anwachsen der Graphitblättchen wird dadurch abgekürzt.

3. Mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt nimmt die Lösungsgeschwindigkeit des flüssigen Gußeisens für Kohlenstoff zu; je weniger Kohlenstoff also das Gußeisen enthält, desto schneller und bei einer desto niedrigeren Temperatur werden die vorhandenen Graphitreste aufgelöst.

Die übrigen Legierungselemente wirken hauptsächlich indirekt durch ihre Beeinflussung der Graphitbildung auf die Eigenschaften des Gußeisens ein; entweder fördern sie die Ausscheidung des Graphits oder sie hemmen sie, bzw. sie erhöhen die Beständigkeit des Eisenkarbids. Zu ersteren zählen hauptsächlich das Silizium, Aluminium und Nickel, zu letzteren vor allem der Schwefel, das Mangan in Gehalten von mehr als etwa 1 % ab und das Chrom. Auf die Wirkung dieser Elemente näher einzugehen, würde hier zu weit führen. Es sei nur auf die Beziehung zwischen Silizium und Kohlenstoff bezüglich ihrer gemeinsamen Beeinflussung der Graphitbildung hingewiesen, die durch das bekannte Diagramm von E. Maurer[15]) festgelegt ist. Zu beachten ist schließlich noch der Einfluß des Siliziums auf den eutektischen Kohlenstoffgehalt, der nach F. Wüst und O. Petersen[16]) bei 2 % Si auf etwa 3,75 % C und bei 3 % Si auf etwa 3,5 % C gesunken ist, weil die Gefahr einer groben Graphitausbildung mit der Annäherung an die eutektische bzw. übereutektische Konzentration näher rückt.

Zusammenfassend kann über den Einfluß der Erstarrungs- und Abkühlungsbedingungen auf die Menge und die Form des Graphits folgendes gesagt werden.

Reichliche Graphitausscheidung tritt ein, wenn in dem Temperaturgebiet einer merklichen Kristallisationsgeschwindigkeit zahlreiche Graphitkerne entweder ohne Verzögerung entstehen oder bereits vorhanden sind. Grobblättriger Graphit ist zu erwarten, wenn bei Unterkühlung der Schmelze in das Gebiet großer Kristallisationsgeschwindigkeit wenige Graphitkeime (Graphitreste) bereits vorhanden sind. Der Graphit scheidet sich im allgemeinen um so feiner aus, je geringer der Gesamtkohlenstoffgehalt ist und

[14]) Monatsbl. d. Berliner Bezirksvereins deutscher Ingenieure (1926) Nr. 4.

[15]) Kruppsche Monatsh. 5 (1924) S. 115/22; vgl. St. u. E. 44 (1924) S. 1522/4.

[16]) Metallurgie 3 (1906) S. 811/20.

bei um so stärkerer Unterkühlung sich im Gebiete einer hinreichend großen Kristallisationsgeschwindigkeit neue Kerne bilden. Eutektischer Graphit in der normalen feinverteilten Anordnung entsteht, wenn in einer keimfreien unterkühlten Legierung die Erstarrung des Eutektikums durch schnelles Anwachsen der Kernzahl auf den Höchstwert eingeleitet wird. Je rascher die Abkühlung erfolgt, um so geringere Mengen Graphit scheiden sich aus und um so kleiner werden die Blättchen.

Temperkohlebildung tritt dann ein, wenn die Erstarrung nach dem metastabilen System erfolgt, wenn also die Legierung bis in ein Temperaturgebiet unterkühlt wird, in dem Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit sehr klein sind. Diese Größen sind dann abhängig von der Zerfallsgeschwindigkeit der chemischen Verbindung Eisenkarbid.

C. Einfluß der Graphitausbildung auf die Eigenschaften des Gußeisens.

Der Zusammenhang zwischen der Ausbildung des Graphits und den mechanischen Eigenschaften des Gußeisens ist lange nicht genügend berücksichtigt worden. Die älteren Forscher, die sich mit der Erzeugung von hochwertigem Gußeisen befaßt haben, haben ausschließlich die Menge des Graphits im Auge gehabt. Zum erstenmal wiesen F. Wüst und K. Kettenbach[17]) darauf hin, daß im grauen Gußeisen eine wesentlich höhere Biegefestigkeit erreicht wird, wenn im Gefüge die wohlausgebildeten Graphitblättchen durch eine temperkohleartige Form des Kohlenstoffs ersetzt wird. Ungefähr gleichzeitig stellten F. Wüst und H. Meißner[18]) fest, daß die durch höhere Mangangehalte bewirkte fast punktförmige Verteilung des Graphits von größtem Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften ist. In beiden Fällen wurden die Beobachtungen durch gute Schliffbilder belegt. In einer zusammenfassenden Arbeit über das hochwertige Gußeisen von F. Wüst und P. Bardenheuer[19]) wurde als kennzeichnendes Gefüge dieses Werkstoffes neben einer perlitischen Grundmasse ein sehr fein verteilter Graphit hingestellt. Wenn auch in späteren Arbeiten über hochwertiges Gußeisen zeitweilig das Hauptaugenmerk auf die perlitische Grundmasse gerichtet wurde, so ist doch die Erkenntnis immer stärker durchgedrungen, daß die feine Ausbildung des Graphits die wichtigste Vorbedingung für eine hohe Festigkeit ist.

Der Einfluß der Graphitausbildung auf die mechanischen Eigenschaften des Gußeisens soll im folgenden an Hand einiger Versuche gezeigt werden. Um in Gußeisen ein und derselben Schmelze den Graphit in verschiedener Form zur Ausscheidung zu bringen, wurden je zwei Biegestäbe von 30 mm Durchmesser und 650 mm Länge in der Weise hergestellt, daß das Eisen aus der gleichen Pfanne einmal in eine trockene Sandform, einmal in eine auf rd. 500° vorgewärmte Form und einmal in eine Kokille gegossen wurde. Da der Kokillenguß der Schmelze Nr. 1 bis 3 meliert und der Schmelze Nr. 4 weiß erstarrte, wurden diese Stäbe 6 st bei 800 bis 850° geglüht. Die Schmelze Nr. 1 war gewöhnlicher Kuppelofenguß aus der Gießerei der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, die übrigen Schmelzen Nr. 2 bis 4 waren im Hochfrequenzofen hergestellt. Die chemische Zusammensetzung sowie die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung sind in Zahlentafel 1, die Gefügebilder in Abb. 19 bis 42 (s. Tafel 10) wiedergegeben.

In allen Fällen ist durch das Vorwärmen der Formen im Vergleich zum Sandguß eine merkliche Vergröberung und Vermehrung des Graphits erreicht worden (Abb. 21, 27, 33 und 39); gleichzeitig tritt im Gefüge freier Ferrit auf (Abb. 22, 28, 34 und 40). Diese Gefügeänderung macht sich in den Festigkeitseigenschaften deutlich bemerkbar; Biegefestigkeit, Durchbiegung, Zugfestigkeit und Brinellhärte fallen merklich ab. Die schnelle Abkühlung in der Kokille hat eine einschneidende Beeinflussung der Graphitausbildung zur Folge. Sowohl der Kuppelofenguß (Schmelze Nr. 1, Abb. 23 und 24) als auch die Elektroofenschmelzen Nr. 2 und 3 (Abb. 29, 30, 35 und 36) zeigen zwischen den Mischkristallen, die durch das Glühen vollständig in Ferrit übergeführt worden sind, das Graphiteutektikum in sehr feiner Form. Obwohl in allen Proben die Grundmasse durch die Glühbehandlung rein ferritisch geworden ist, hat die feine Graphitverteilung durchweg eine wesentliche Verbesserung der Festigkeitseigenschaften gegenüber dem Sandguß bewirkt; nur die Zugfestigkeit der Proben aus Schmelze Nr. 2 hat keine Steigerung erfahren. Die in Kokille gegossenen und weiß erstarrten Stäbe der Schmelze Nr. 4 zeigten vor der Glühung feine punktförmige Kohlenstoffkerne. Durch die kurze Glühung sind dieselben weiter angewachsen, wobei die Grundmasse vollkommen ferritisch geworden ist (Abb. 41 und 42). Die mit diesen Stäben erreichten außerordentlich guten Festigkeitszahlen lassen erkennen, daß die punktförmige Ausscheidung des Kohlenstoffs einen noch wesentlich günstigeren Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften hat als das feine Graphiteutektikum. Bemerkenswert ist die hohe Durchbiegung und Dehnung dieser Proben.

Um den günstigen Einfluß dieser Form der Kohlenstoffausscheidung noch etwas weiter zu verfolgen, wurde ein Gußeisen mit nur 2,7 % C in der gleichen Weise in Kokille gegossen und geglüht (Schmelze Nr. 5). Wie aus den Gefügebildern der geglühten Probe (Abb. 43 und 44) hervorgeht, liegt der Kohlenstoff hier ebenfalls in Form feiner Knötchen vor, der Perlit ist noch zu einem großen Teil in der Grundmasse erhalten geblieben. Diese günstige Gefügeausbildung ergibt die außerordentlich hohe Biegefestigkeit von 91,6 kg/mm² (s. Zahlentafel 1).

Die Versuche lassen erkennen, daß in Legierungen gleicher Zusammensetzung durch die Regelung der Ausbildung und Verteilung des Graphits die mechanischen Eigenschaften in weitem Maße beeinflußt werden können, und daß dieser Einfluß viel stärker ist als derjenige des Gefüges der metallischen Grundmasse. Selbst wenn dieselbe rein ferritisch ist, kann

[17]) Ferrum 11 (1913/14) S. 51/54 u. 65/80.
[18]) Ferrum 11 (1913/14) S. 97/112.
[19]) Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 4 (1922) S. 125/36.

Zahlentafel 1. Einfluß der Ausbildung des Graphits auf die Festigkeitseigenschaften des grauen Gußeisens.
(Die Ergebnisse der Festigkeitsprüfung sind das Mittel aus je zwei Einzelwerten.)

Schmelze Nr.	Werkstoff	Behandlung	Chemische Zusammensetzung						Form des Graphits	Gefüge der Grundmasse	Biegefestigkeit	Durchbiegung	Zugfestigkeit	Dehnung	Brinellhärte
			C %	Graphit %	Si %	Mn %	P %	S %			kg/mm²	mm	kg/mm²	%	10/3000
1	Kuppelofenguß	a) In Sand gegossen	—	3,01	—	—	—	—	grob	Perlit	27,7	10,1	16,5	—	160
		b) In heiße Form gegossen .	3,69	3,31	1,63	0,68	0,60	0,061	sehr grob	Perlit u. Ferrit	26,0	7,2	13,9	—	133
		c) In Kokille gegossen u. 6 st bei 800 bis 850° geglüht .	—	3,65	—	—	—	—	feines Eutektikum	Ferrit	54,4	16,4	19,2	—	146
2	Elektroofenguß	a) In Sand gegossen	—	2,63	—	—	—	—	grob	Perlit	45,2	19,4	24,1	—	183
		b) In heiße Form gegossen .	3,36	3,00	1,98	0,95	0,025	0,016	sehr grob	Perlit u. Ferrit	30,3	10,1	18,9	—	136
		c) In Kokille gegossen u. 6 st bei 800 bis 850° geglüht .	—	3,27	—	—	—	—	feines Eutektikum	Ferrit	52,0	22,0	23,8	0,8	134
3	Elektroofenguß	a) In Sand gegossen	—	2,51	—	—	—	—	grob	Perlit	42,5	16,8	25,2	—	180
		b) In heiße Form gegossen .	3,27	2,84	1,90	0,93	0,021	0,020	sehr grob	Perlit u. Ferrit	35,2	10,2	20,9	—	142
		c) In Kokille gegossen u. 6 st bei 800 bis 850° geglüht .	—	3,13	—	—	—	—	feines Eutektikum	Ferrit	60,2	52,1	30,1	1,2	136
4	Elektroofenguß	a) In Sand gegossen	—	2,07	—	—	—	—	grob	Perlit	50,8	12,8	37,7	—	198
		b) In heiße Form gegossen .	2,79	2,31	1,85	0,86	0,027	0,028	sehr grob	Perlit u. Ferrit	45,1	8,4	33,1	—	174
		c) In Kokille gegossen u. 6 st bei 800 bis 850° geglüht .	—	2,74	—	—	—	—	Knötchen	Ferrit	74,5	167,8	43,2	8,2	146
5	Elektroofenguß	In Kokille gegossen u. 6 st bei 800 bis 850° geglüht . .	2,70	2,30	1,55	0,99	0,038	0,023	Knötchen	Perlit u. Ferrit	91,6	94,0	40,0	3,0	190

bei feiner Graphitverteilung der Werkstoff noch recht gute Festigkeitswerte aufweisen.

Das gleiche zeigen Abb. 45 und 46 an einem Fall aus der Praxis. Es handelt sich hier um ein geglühtes Schleudergußrohr von der folgenden Zusammensetzung:

C	Graphit	Si	Mn	P	S
%	%	%	%	%	%
3,50	3,43	1,92	0,71	0,66	0,061

Der Kohlenstoffgehalt liegt fast zu 99 % als Graphit in sehr feiner Verteilung vor. Trotz der rein ferritischen Grundmasse beträgt die Zugfestigkeit 21,6 kg/mm². Dieser Gefügezustand hat den großen Vorteil, daß der Werkstoff im Gegensatz zu einem perlitischen Gußeisen beim Erhitzen auf mäßige Temperaturen (unter Rotglut) durch Zerfall von Eisenkarbid nicht mehr wächst.

Es sei hier noch kurz auf einige Fälle hingewiesen, in denen durch eine feine Verteilung des Graphits weniger eine hohe Festigkeit als vielmehr ein dichtes polierfähiges Gefüge angestrebt wird. Ein Gußeisen mit grober Graphitausscheidung ist der Zerstörung durch chemische Lösungsmittel sowie durch Korrosion und Oxydation sehr viel stärker preisgegeben als ein dichtes Eisen, weil die groben Graphitblättchen Eintrittskanäle für die Lösungs- bzw. Oxydationsmittel in den Werkstoff darstellen und die Angriffsflächen um ein Vielfaches vergrößern. Die Widerstandsfähigkeit des Gußeisens gegen solche Einflüsse läßt sich in vielen Fällen durch eine weitgehende Verfeinerung des Graphits stärker erhöhen als durch Veredelung der Grundmasse durch teure Legierungselemente.

Für eine große Reihe von Maschinenteilen, die durch gleitende Reibung beansprucht werden, ist es wesentlich, daß sie an den Reibungsflächen eine glatte polierfähige Oberfläche haben. Beim Gießen solcher Teile müssen also Mittel angewandt werden, durch die man wenigstens an der Arbeitsfläche des Werkstücks den Graphit in feiner Verteilung erhält. Das gelingt in einfacher Weise dadurch, daß man die Arbeitsfläche dieser Teile auf Kokillen gießt und dadurch das Wachsen der Graphitblättchen hemmt. Abb. 47 und 48 zeigen die Graphitausbildung auf Querschnittsflächen von zwei schweren Drehbankbetten unmittelbar unter der Oberfläche, von denen das erste auf Kokillen und das zweite in Sand gegossen ist. Diese Bilder entstammen einer Untersuchung von M. Bernardy[20]); der Einfluß der verschiedenen Abkühlungsbedingungen auf die Ausbildung des Graphits ist deutlich zu erkennen.

D. Mittel und Wege zur günstigen Beeinflussung der Graphitausscheidung.

Wenn man die Entwicklung des hochwertigen Gußeisens verfolgt, so findet man, daß schon sehr früh zur Erzielung einer hohen Festigkeit Mittel angewendet worden sind, deren Wirkung hauptsächlich auf die Beeinflussung der Graphitausbildung zurückzuführen ist.

[20]) Gieß.-Zg. 23 (1926) S. 476/81.

Dr.-Ing. P. Bardenheuer: Der Graphit im grauen Gußeisen.

× 100

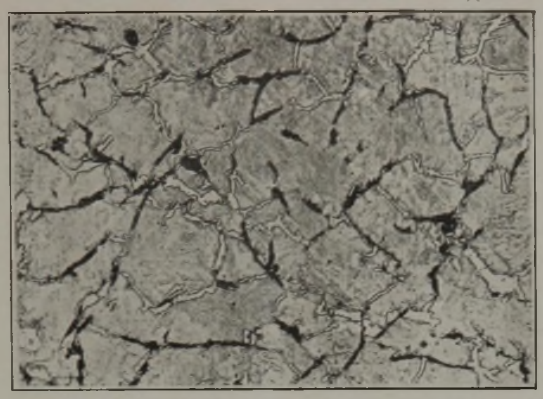

Abbildung 6. Wie Abb. 4 nach dem Glühen. 3 st bei 1100° (schwach geätzt).

× 100

Abbildung 7. Roheisen mit 1 % Si und 1 % P in Kokille gegossen (ungeglüht).

× 100

Abbildung 8. Roheisen mit 1 % Si und 1 % P in Kokille gegossen (3 st bei 1000° geglüht).

× 100

Abbildung 9. Roheisen mit 1 % Si und 1 % P in Kokille gegossen (3 st bei 1100° geglüht; geätzt).

× 100

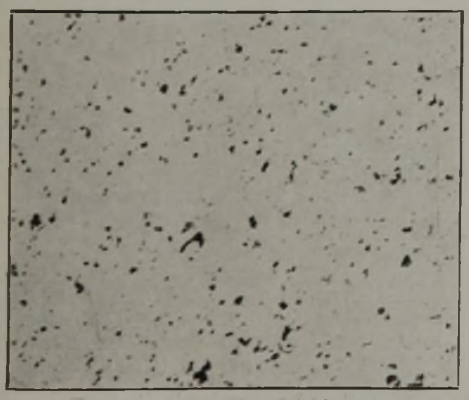

Abbildung 10. Graues Gußeisen, geschmolzen, auf 1300° erhitzt und in Wasser abgeschreckt.

× 100

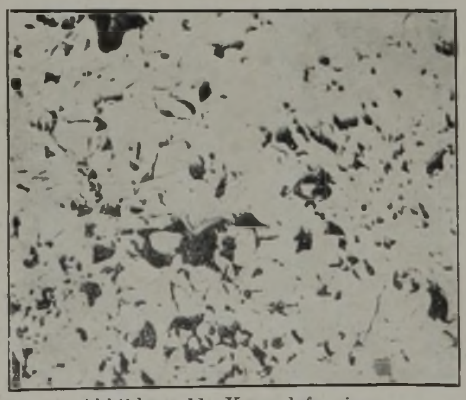

Abbildung 11. Kuppelofeneisen (Abstichtemperatur über 1300°), flüssig in Wasser abgeschreckt.

× 100

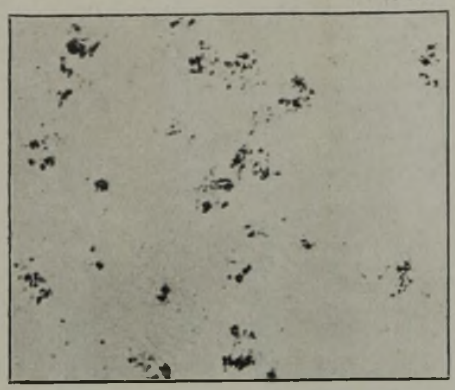

Abbildung 12. 10 min auf 1200° erhitzt.

× 100

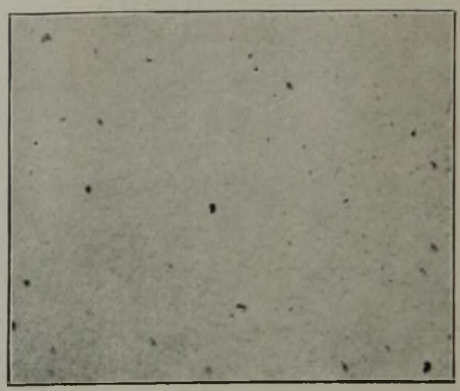

Abbildung 13. 10 min auf 1500° erhitzt.

Graues Gußeisen aus dem flüssigen Zustand in Wasser abgeschreckt.

× 100

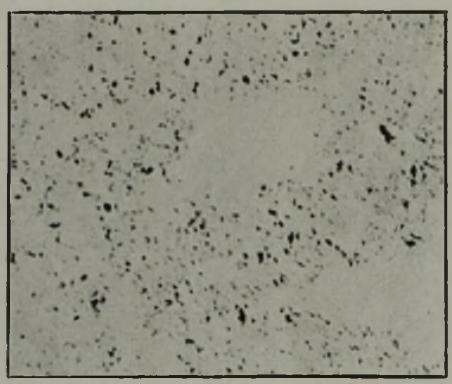

Abbildung 14. 10 min auf 1200° erhitzt.

× 100

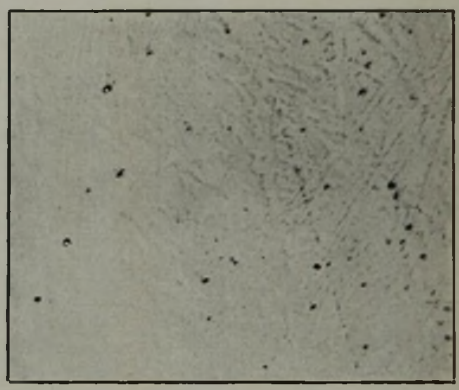

Abbildung 15. 10 min auf 1500° erhitzt.

Hämatitroheisen aus dem flüssigen Zustand in Wasser abgeschreckt.

× 100

Abbildung 17. Ungeätzt.

× 100

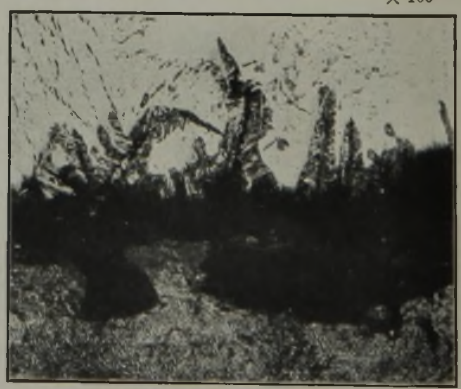

Abbildung 18. Geätzt.

Anreiz der Graphitbildung in weißem Gußeisen durch Eintauchen eines Kohlestabes in die Schmelze.

Dr.-Ing. P. Bardenheuer: Der Graphit im grauen Gußeisen.

Sandform. Graphit 3,01 %. × 50

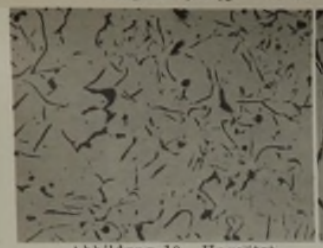

Abbildung 19. Ungeätzt.

Heiße Form. Graphit 3,31 %. × 50

Abbildung 21. Ungeätzt.

Kokillenguß, geglüht. Graphit 3,65 %. × 50

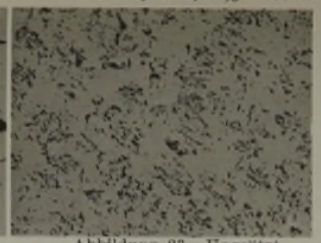

Abbildung 23. Ungeätzt.

× 250

Abbildung 20. Geätzt.

× 250

Abbildung 22. Geätzt.

× 250

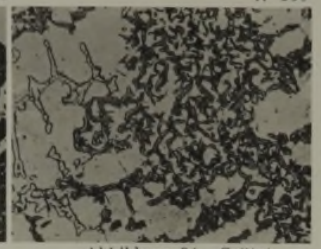

Abbildung 24. Geätzt.

Schmelze Nr. 1. Kuppelofenguß: 3,69 % C; 1,63 % Si; 0,68 % Mn; 0,60 % P; 0,061 % S.

Sandform. Graphit 2,51 %. × 50

Abbildung 31. Ungeätzt.

Heiße Form. Graphit 2,84 %. × 50

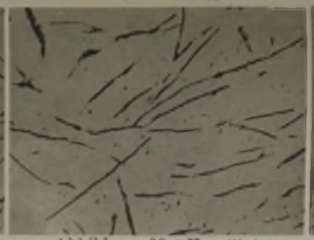

Abbildung 33. Ungeätzt.

Kokillenguß, geglüht. Graphit 3,13 %. × 50

Abbildung 35. Ungeätzt.

× 250

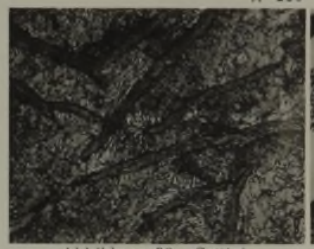

Abbildung 32. Geätzt.

× 250

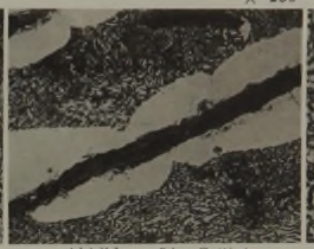

Abbildung 34. Geätzt.

× 250

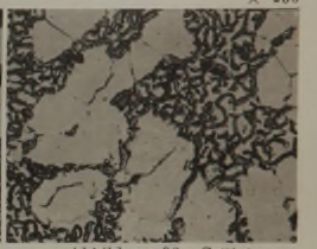

Abbildung 36. Geätzt.

Schmelze Nr. 3. Elektroofenguß: 3,27 % C; 1,90 % Si; 0,93 % Mn; 0,021 % P; 0,020 % S.

Sandform. Graphit 2,63 %. × 50

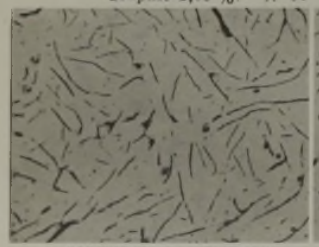

Abbildung 25. Ungeätzt.

Heiße Form. Graphit 3,00 %. × 50

Abbildung 27. Ungeätzt.

Kokillenguß, geglüht. Graphit 3,27 %. × 50

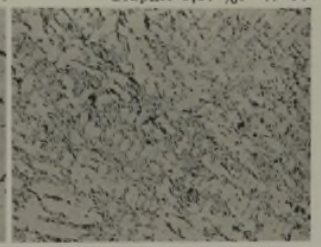

Abbildung 29. Ungeätzt.

× 250

Abbildung 26. Geätzt.

× 250

Abbildung 28. Geätzt.

× 250

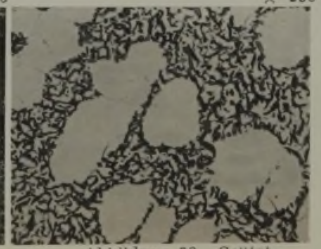

Abbildung 30. Geätzt.

Schmelze Nr. 2. Elektroofenguß: 3,36 % C; 1,98 % Si; 0,95 % Mn; 0,025 % P; 0,016 % S.

Sandform. Graphit 2,07 %. × 50

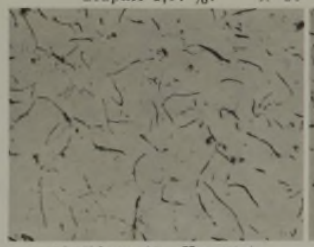

Abbildung 37. Ungeätzt.

Heiße Form. Graphit 2,31 %. × 50

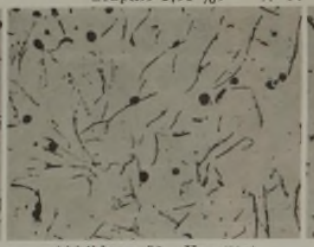

Abbildung 39. Ungeätzt.

Kokillenguß, geglüht. Graphit 2,74 %. × 50

Abbildung 41. Ungeätzt.

× 250

Abbildung 38. Geätzt.

× 250

Abbildung 40. Geätzt.

× 250

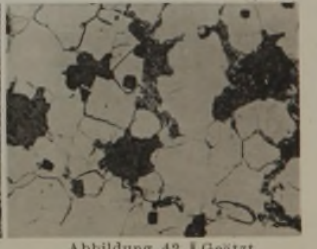

Abbildung 42. Geätzt.

Schmelze Nr. 4. Elektroofenguß: 2,79 % C; 1,85 % Si; 0,86 % Mn; 0,027 % P; 0,028 % S.

Im Jahre 1902 ließ sich A. Zenzes[21]) ein Verfahren zur Herstellung von Gußeisen mit hoher Festigkeit durch Mischen von flüssigem Bessemerstahl mit Roheisen schützen. Er erhielt daraus ein Eisen mit weniger als 3,0 % C und mehr als 1,5 % Si. Die Zugfestigkeit betrug bis zu 30 kg/mm². Die besten Güsse hatten alle 0,8 bis 1,0 gebundenen und unter 3,0 % Gesamtkohlenstoff. Abgesehen davon, daß er bei diesen Gehalten an gebundenem Kohlenstoff notwendigerweise ein rein perlitisches Gefüge erhalten mußte, waren in der untereutektischen Legierung, die zudem durch das Beimischen des heißen Stahles auf hohe Temperatur gebracht worden war, die Bedingungen für eine feine Ausscheidung des Graphits außerordentlich günstig.

Nach dem Verfahren von C. Henning[22]) aus dem Jahre 1904 wird Roheisen bis zum Schmelzpunkt des Stahles erhitzt und mit flüssigem Stahl vermischt. Die aus diesem Zwischenerzeugnis hergestellten Gußstücke zeichneten sich durch hohe Zugfestigkeit (24,0 bis 27,3 kg/mm²) und ein außerordentlich feines Korn aus. Das letztere weist ganz unzweideutig auf eine ebenso feine Graphitverteilung hin, die dem niedrigen Gehalt an Gesamtkohlenstoff (rd. 3 %) und der Ueberhitzung zugeschrieben werden muß. Die Gehalte an gebundenem Kohlenstoff bewegen sich nach den von Henning angegebenen Werten zwischen 0,71 und 1,0 %, im Mittel 0,86 %. Auch bei diesem Erzeugnis bestand also die Grundmasse aus reinem Perlit.

Diese Beispiele, die mehr als zwanzig Jahre zurückliegen, mögen genügen, um zu zeigen, daß die Mittel, die man zu der Zeit schon planmäßig benutzt hat, hochwertigen Qualitätsguß zu erzeugen, mit den heute angewandten vieles gemeinsam haben. Wenn man die Untersuchung der Erzeugnisse damals auch nur auf die Analyse und das Bruchaussehen beschränkt hat, so weisen doch die Angaben, die darüber gemacht sind, sowie namentlich die hohen Festigkeitszahlen eindeutig darauf hin, daß die guten Eigenschaften durch eine zweckmäßige Beeinflussung der Graphitausbildung sowie durch die planmäßige Ueberführung der Grundmasse in ein rein perlitisches Gefüge erzielt worden sind.

Der sicherste Weg zur Herstellung hochwertigen Gußeisens, der auch am meisten begangen worden ist, ist die Erniedrigung des Kohlenstoffgehaltes um mehr als 1 % unter die eutektische

× 100

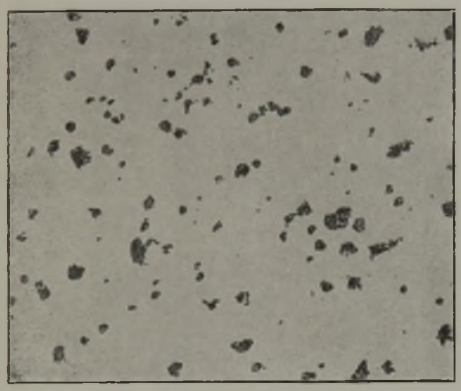

Abbildung 43. Ungeätzt.

× 500

Abbildung 44. Geätzt.

Schmelze Nr. 5, Kokillenguß, geglüht.

× 100

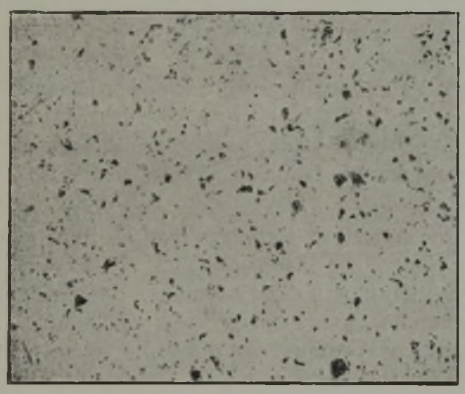

Abbildung 45. Ungeätzt.

× 500

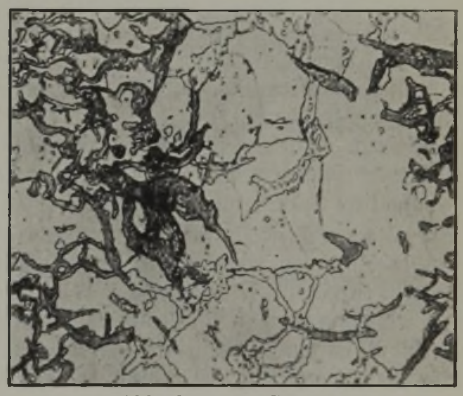

Abbildung 46. Geätzt.

Schleudergußrohr, geglüht.

[21]) D. R. P. Kl. 18b, Nr. 158 832, 12. April 1902; s. a. St. u. E. 25 (1905) S. 967; 33 (1913) S. 1970/2.

[22]) D. R. P. Kl. 18b, Nr. 179 739, 18. November 1904; s. a. St. u. E. 27 (1907) S. 1108; 25 (1905) S. 1253 u. 1313.

Konzentration. Im Kuppelofen gelingt das nur unter reichlichem Zusatz von Stahlschrott, wodurch zwangläufig eine höhere Eisentemperatur gegeben ist. Ferner lösen sich in den kohlenstoffärmeren Legierungen die Graphitreste schneller auf, und bei der Erstarrung können sich zwischen den Dendriten der Mischkristalle grobe Graphitblättchen nicht entwickeln. Außerdem geht in diesen Legierungen der nachträgliche Zerfall der Mischkristalle unter gewöhnlichen Abkühlungsbedingungen nicht weiter als bis zur Konzentration des Perlits. Auf welche Weise die niedriggekohlten Legierungen erhalten werden, ist für dessen Eigenschaften nebensächlich. Schmelzen im Tiegel oder im Flammofen oder Mischen von hochgekohltem Eisen mit Stahl oder Schmelzen mit Stahlzusatz im Kuppelofen führen alle zu dem gleichen Ziel[19]). Es ist bezeichnend, daß alle Gefügebilder, die von den verschiedenen Forschern als Beispiel von hochwertigem Gußeisen mit feiner Ausbildung des Graphiteutektikums gegeben werden, das Gefüge untereutektischer Legierungen zeigen.

Ein weiteres Mittel ist die Ueberhitzung der Schmelze, die von E. Piwowarsky[10]) planmäßig untersucht worden ist. Ueber die Wirkungsweise dieser Erhitzung ist man sich heute dahin einig, daß dadurch die alten Graphitkeime restlos zerstört werden und die normale Kristallisation des Eutektikums mit sehr fein verteiltem Graphit erfolgen kann. Durch die Versuche Hanemanns sowie durch die oben angeführten eigenen Versuche wurde die Erklärung der Ueberhitzung vollauf bestätigt. Die ausgezeichneten Erfolge, die im Wüstschen Oelflammofen[23]) und nach dem Thyssen-Emmel-Verfahren[24]) erzielt worden sind, lassen die große Bedeutung sowohl des niedrigen Kohlenstoffgehaltes als auch der Schmelzüberhitzung deutlich erkennen.

In jüngster Zeit ist das Rütteln bzw. Schütteln des Eisens nach J. Dechesne[11]) vorgeschlagen worden, das namentlich auch zur Zerstörung des in der Schmelze ungelöst zurückgebliebenen Graphits dienen soll. Es ist also die Aufgabe der Badbewegung, die geringe Lösungsgeschwindigkeit des Graphits im Kuppelofeneisen, das in diesem Ofen nur wenig überhitzt werden kann, zu fördern. Da die Lösungsgeschwindigkeit des Graphits bei gleicher Temperatur mit dem Grad der Sättigung des Eisens an Kohlenstoff abnimmt, so wird der Erfolg dieses Verfahrens um so größer sein, je geringer der Gesamtkohlenstoffgehalt des Gußeisens ist. Die von C. Irresberger[11]) beschriebenen Rüttelversuche sind mit Kuppelofeneisen mit einem Zusatz von Stahlschrott bis zu 70 % durchgeführt worden. Es ist anzunehmen, daß der hohe Stahlzusatz deshalb gemacht worden ist, weil der geringe Kohlenstoffgehalt des Eisens als wichtige Grundbedingung für den Erfolg des Rüttelns richtig erkannt worden war. Bei niedriggekohltem Eisen mit weniger als etwa 3,0 % C werden wegen der großen Lösungsfähigkeit des Bades für Kohlenstoff sowie wegen der gleichzeitig zu erwartenden hohen Eisentemperatur die Graphitreste so leicht in Lösung gehen, daß eine Badbewegung zur Beschleunigung dieses Vorganges kaum noch nötig sein wird.

Einen weiteren praktischen Weg zur Erzielung eines hochwertigen Gußeisens hat E. Schüz[25]) gezeigt. Er goß ein Eisen mit 3,44 % C und 3,38 % Si in Kokillen und erhielt dadurch im Gefüge das Graphiteutektikum in sehr feiner Ausbildung. Der Erfolg dieses Verfahrens ist durch die Vereinigung der durch den hohen Siliziumgehalt stark begünstigten Kernbildung mit der durch die Abschreckwirkung stark gehemmten Kristallisation zu erklären. Wie aber namentlich Hanemann[14]) gezeigt hat, kann das gleiche Gefüge in einem Gußeisen von geeigneter Zusammensetzung auch durch ganz langsame Abkühlung erreicht werden.

Zur Erzeugung von hochwertigem Gußeisen werden also meistens solche Verfahren angewendet, die eine ausreichende Unterkühlung des Graphiteutektikums und infolgedessen eine feine Ausbildung desselben zur Folge haben. Diese Arbeitsweisen nähern sich also dem Temperverfahren, bei dem die Kristallisation des eutektischen Graphits ganz unterdrückt und der Kohlenstoff in der weiß erstarrten Legierung durch nachträgliche Glühbehandlung ausgeschieden wird. Für die Festigkeitseigenschaften

× 50

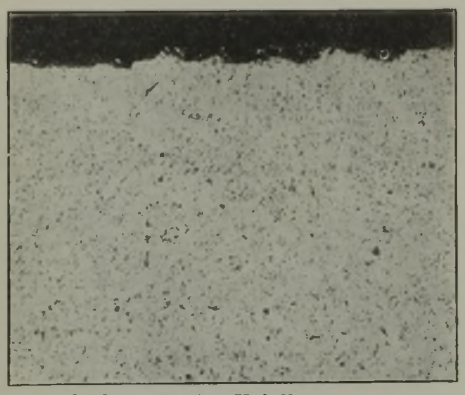

Abbildung 47. Auf Kokillen gegossen.

× 50

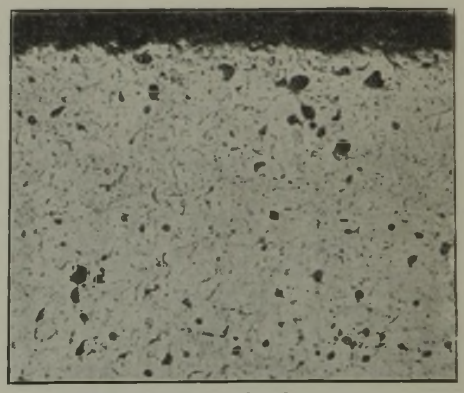

Abbildung 48. In Sand gegossen.

Graphitverteilung an der Oberfläche von Drehbankbetten (M. Bernardy). Querschliffe.

[23]) Vgl. Th. Klingenstein: St. u. E. 45 (1925) S. 1476/8.

[24]) St. u. E. 45 (1925) S. 1466/70.

[25]) St. u. E. 45 (1925) S. 144/7.

des Tempergusses ist das Anwachsen der punktförmigen Kerne zu rundlichen Knötchen, die den Zusammenhang der metallischen Gefügebestandteile in der denkbar geringsten Weise stören, sehr günstig. Infolgedessen werden durch das Temperverfahren erheblich bessere Festigkeitswerte erreicht, als ein hochwertiges Gußeisen im günstigsten Falle zeigen kann.

Das gewöhnliche Temperverfahren ohne Mitwirkung irgendwelcher oxydierender Mittel zwecks Vergasung eines Teiles des Kohlenstoffs ist in der letzten Zeit namentlich im Auslande der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen und ist dort ziemlich weit entwickelt worden. Um das Verfahren nach Möglichkeit abzukürzen, glüht man zunächst wenige Stunden bei Temperaturen oberhalb 900° zwecks Zerlegung des freien Zementits. Während der Abkühlung bis zum Perlitpunkt wird der Zementit zerlegt, der sich entsprechend der abnehmenden Löslichkeit des Kohlenstoffs in Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit sinkender Temperatur ausscheidet. Schließlich muß noch die Temperatur in der Nähe des Perlitpunktes bzw. kurz unterhalb dieses Punktes längere Zeit eingehalten werden, um den eutektoiden, also den am Aufbau des Perlits beteiligten Zementit zu zerlegen. Wie im Gußeisen, so ist auch im Temperguß der gebundene Kohlenstoff des Perlits sehr beständig, und seine Zerlegung erfordert sehr viel mehr Zeit als die des freien Zementits. Das Ziel des Temperns ist im allgemeinen ein möglichst weiches und zähes Erzeugnis. Die Festigkeit und die Härte läßt sich aber auf Kosten der Zähigkeit in einfacher Weise dadurch steigern, daß man auf die Zerstörung des eutektoiden Zementits verzichtet und infolgedessen eine perlitische Grundmasse erhält. Da beim Tempern die Zerstörung des eutektoiden Zementits die längste Zeit erfordert, so würde dadurch das Verfahren wesentlich abgekürzt.

Die Bestrebungen zur Erzeugung hochwertigen Gußeisens haben in den letzten Jahren das graue Gußeisen dem Temperguß in gewisser Beziehung nähergebracht. Nachdem man einmal zu der Erkenntnis gekommen ist, daß nicht die Menge, sondern in sehr viel stärkerem Ausmaße die Form und die Verteilung des eingelagerten Kohlenstoffs für die Eigenschaften des Gußeisens entscheidend sind, muß für die weitere Arbeit zur Verbesserung des Gußeisens ganz besonders das eine Ziel verfolgt werden, den elementaren Kohlenstoff in einer unschädlichen Form, die der Temperkohle möglichst nahekommt, auszuscheiden. Diesem Ziel kommt man um so näher, je mehr es gelingt, die Kristallisation des Graphits in ein Temperaturgebiet zu verlegen, in dem die Ausscheidung in Form von Blättchen nach Möglichkeit vermieden wird. Erst wenn die Graphitblättchen ganz aus dem Gefüge verschwinden, kann der Werkstoff neben einer guten Festigkeit auch eine nennenswerte Dehnung erhalten. Dadurch würde ein lange vergebens angestrebtes Ziel erreicht werden.

E. Zusammenfassung.

In einem grauen Gußeisen gewöhnlicher Zusammensetzung ist das Volumen des ausgeschiedenen Graphits so groß, daß seine Verteilung und seine Form, in der er im Gefüge auftritt, die Festigkeitseigenschaften entscheidend beeinflussen können. Die Ausbildung des Graphits hängt von den Bedingungen ab, unter denen er zur Ausscheidung kommt. Namentlich ist dabei wichtig, ob die Kristallisation des Graphiteutektikums aus einer vollkommen keimfreien Schmelze erfolgt, oder ob dieselbe durch ungelöste Graphitreste eingeleitet wird. An Hand einiger Versuche wird gezeigt, daß die Festigkeitseigenschaften vorwiegend durch die Form und Verteilung des Graphits beeinflußt werden, und zwar viel stärker als durch das Gefüge der metallischen Grundmasse. Auf die Abhängigkeit einiger chemischer und physikalischer Eigenschaften von der Ausbildung des Graphits wird kurz hingewiesen. Ein Vergleich der älteren und neueren Bestrebungen zur Verbesserung des grauen Gußeisens ergibt, daß alle angewandten Mittel, die bisher zu Erfolgen geführt haben, in erster Linie auf eine günstige Verteilung des Graphits einwirken. Der Einfluß des Gefüges der metallischen Grundmasse ist für die Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes zwar von Bedeutung, tritt aber hinter den der Graphitausbildung zurück.

Temperaturmessungen von flüssigem Gußeisen, Thomasroheisen und Stahl.

Von M. Wenzl und F. Morawe, Wärmeabteilung Gutehoffnungshütte, in Oberhausen (Rhld.).

(Messungen in der Eisengießerei: Messungen des Eisenbades im Flammofen mit Thermoelementen. Messung des Eisenstrahles von Flamm- und Kuppelöfen beim Abstich, optisch und mit Thermoelementen. Temperaturmessung des Eisens in den Pfannen, optisch und mit Thermoelementen, und zwar Platin-Platinrhodium-, Eisen-Konstantan- und Eisen-Nickel-Elementen. Messung von Thomasroheisen beim Abstich am Hochofen, am Mischer und an der Thomasbirne. Messungen von Thomas- und Siemens-Martin-Stahl.)

In letzter Zeit sind vielfach Zweifel aufgetaucht, ob die mit optischen Pyrometern gemessene Temperatur des flüssigen Gußeisens richtig sei. Je nachdem die Ablesung des optischen Pyrometers mit dem Berichtigungswert für blankes Eisen oder mit dem für Oxydhaut berichtigt wird, ergeben sich bedeutende Temperaturunterschiede. Wird der Berichtigungswert für blankes Eisen zu der am optischen Pyrometer abgelesenen Temperatur zugezählt, so ergeben sich bei den in der Gießerei vorkommenden Temperaturen um rd. 100° höhere Temperaturen, als wenn der Berichtigungswert für eine Oxydhaut mit etwa 5° zugezählt wird.

Die bei den vorliegenden Versuchen gemessenen Eisentemperaturen erscheinen zum Teil sehr niedrig;

man muß aber berücksichtigen, daß bisher meistens mit der Berichtigungsziffer für blankes Eisen gerechnet wurde, was natürlich um etwa 100° höhere Temperaturen ergibt.

Messungen in der Eisengießerei.

Anläßlich verschiedener Versuche, die an Flammöfen der Eisengießerei Sterkrade durchgeführt wurden, sollte während der Schmelzdauer zu verschiedenen Zeiten die Temperatur des Eisenbades gemessen werden. Optische Messungen waren wegen der auf dem Eisenbad befindlichen Schlackendecke und der darüberstreichenden Flamme nicht zuverlässig, daher wurde das Bad mittels Thermoelements gemessen. Zur Messung des Eisenbades wurde ein unten geschlossenes Silitrohr, das sich wegen seiner guten Wärmeleitfähigkeit und Haltbarkeit bei hohen Temperaturen besonders gut für derartige Zwecke eignet, durch die Schlackendecke hindurch fast bis auf den Herd eingeführt (Abb. 1 und 2). In das Silitrohr wurde ein durch dünnes Quarzrohr geschütztes Platin-Platinrhodium-Element eingeschoben. Durch entsprechende höhere oder tiefere Stellung des Elements konnte die Temperatur des Eisenbades und der Schlacke ermittelt werden. In der Nähe der Schlackendecke stieg die Temperatur sehr rasch an und erreichte den Höchstwert in der Schlacke; wurde das Element weiter herausgezogen, so daß die Lötstelle sich über der Schlackenoberfläche in der Flamme befand, sank die Temperatur rasch ab.

Dieser Temperaturabfall rührt daher, daß das Thermoelement außerhalb des Bades nicht die Flammentemperatur, sondern nahezu die Temperatur der Ofenwände anzeigt. Diese Tatsache widerlegt

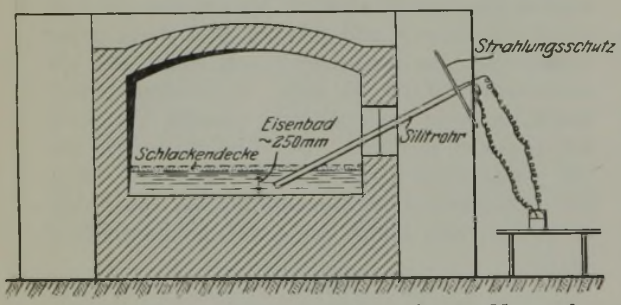

Abbildung 1. Anordnung der Meßstrecke zum Messen der Eisenbadtemperaturen mit Silitschutzrohr im Flammofen.

auch den Einwand, daß die Temperaturerhöhung der Thermoelemente in der Schlacke nur scheinbar und durch die Einwirkung der heißen Flamme erzeugt sein könnte. Die Messungen im Bade dauerten rd. 20 min.

Beim Abstich wurde der ausfließende Eisenstrahl gemessen. Die Messung erfolgte optisch durch zwei Holborn-Kurlbaum-Pyrometer und mittels eines Thermoelements, das in den Strahl hineingehalten wurde. Bei dem Platin-Platinrhodium-Element war die Lötstelle in ein dünnes Quarzröhrchen mittels Schweißbrenners eingeschmolzen, so daß ein sehr dünner Schutzüberzug entstand, der jedoch die Messung in keiner Weise beeinträchtigte (Abb. 3). Dieser Schutzüberzug war nötig, da eine blanke Lötstelle beim Eintauchen in das flüssige Eisen sofort zerstört würde. Die Thermoelemente wurden am Eintauchende entsprechend gekrümmt, so daß sie vom ausfließenden Strahl voll umschlossen wurden. Wie Vorversuche ergaben, muß das Element etwa 50 mm eintauchen und vollständig vom Eisenstrahl umschlossen sein. Eine geringere Eintauchtiefe oder eine Spaltung des Strahles, so daß die Lötstelle zum Teil frei liegt, ergab sofort zu niedrige Ergebnisse (Zahlentafel 2, Versuch 4, 5, 7).

Bei Versuch Nr. 4, Zahlentafel 2, ergab das Thermoelement bei 15 mm Eintauchtiefe 40 bis 45° weniger als das optische Pyrometer. Bei Versuch Nr. 5, bei absichtlich zu weit durch den Strahl gesteckter Lötstelle, zeigte das Thermoelement rd. 36° weniger an als das optische Instrument. Bei Versuch Nr. 7, Zahlentafel 2, wurde das Element absichtlich so gehalten, daß der Gießstrahl gespalten wurde; dabei zeigte das Instrument rd. 30° weniger als die optischen Instrumente.

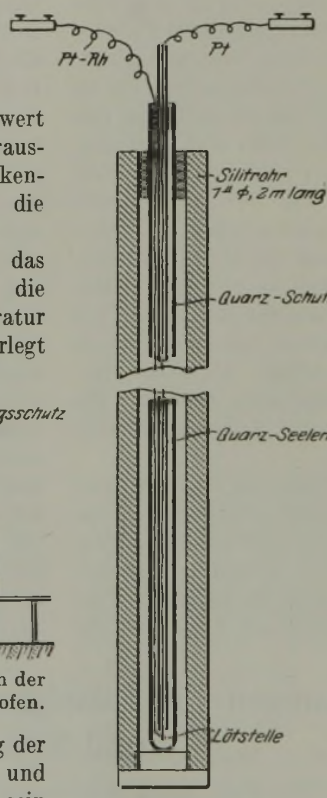

Abbildung 2. Thermoelement mit Silitschutzrohr zur Eisenbadmessung.

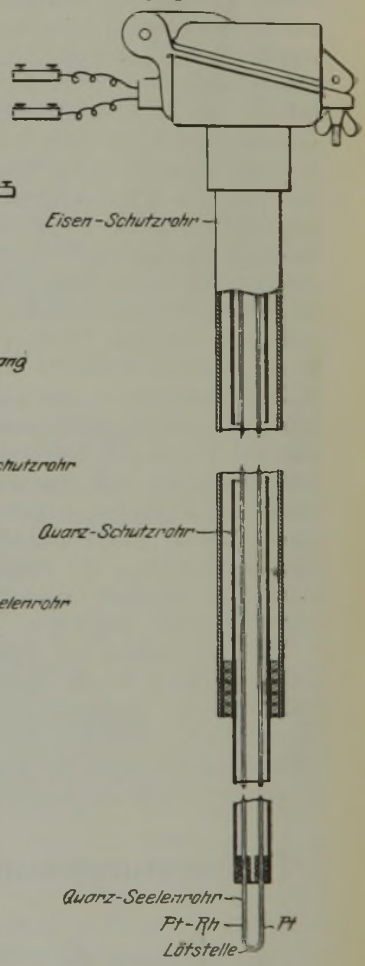

Abbildung 3. Platin-Platinrhodium-Element.

Bei den optischen Messungen ergab sich, daß das Anvisieren des Strahles von vorne nicht zweckmäßig ist, da die vom Eisenstrahl aufsteigenden Dämpfe und Gase einen Schleier bilden, der die Messungen beeinträchtigt. Der Strahl soll stets auf der Rückseite anvisiert werden, da hier Störungen durch aufsteigende Dämpfe und Gase nicht in Erscheinung treten. Daß die Schleierbildung die Messung stark beeinflussen kann, haben Versuche (Zahlentafel 1, Nr. 2 und 4) gezeigt. Bei Versuch 4 wurde der Strahl

Zahlentafel 1. Messungen am Flammofen.

Versuch Nr.	Messungen im Bade: Temperatur von Eisen °C	Messungen im Bade: Temperatur von Schlacke °C	Messungen beim Abstich: Thermoelement °C	Beobachter	Optisches Instrument Nr. 1 °C	Beobachter	Optisches Instrument Nr. 2 °C	Mehranzeige des Thermoelements °C	Bemerkungen
1	1270 (5)[1]	—	1270 (6)	I	1265 (6)	II	1265 (6)	5	Gießstrahl rückwärts anvisiert.
2	1350 (8)	1485 (7)	—	—	—	—	—	—	2½ st vor Abstich gemessen.
	1370 (13)	1390 (7)	—	—	—	—	—	—	1 st vor Abstich gemessen. Schlacke z. T. weggerührt.
	1370 (8)	1395 (6)	—	—	—	—	—	—	Kurz vor Abstich gemessen. Schlacke z. T. weggerührt.
	—	—	1370 (4)	I	1278 (7)	II	1300 (6)	92	Gießstrahl von vorne durch Rauchschleier gemessen.
3	1270 (12)	1495 (4)	—	—	—	—	—	—	2 st vor Abstich gemessen.
	1295 (12)	1470 (5)	—	—	—	—	—	—	Kurz vor Abstich gemessen.
	—	—	1290 (7)	II	1280 (7)	—	—	10	Gießstrahl von rückwärts anvisiert.
4	1295 (19)	1370 (9)	1290 (6)	II/III	1225 (4)	II/III	1283 (4)	—	Erläuterung im Text (Seite 4).
5	1250 (6)	1395 (4)	—	—	—	—	—	—	
6	1320 (8)	1445 (4)	1315 (5)	II	1310 (9)	—	—	5	Bad kurz vor Abstich gemessen. Gießstrahl von rückwärts anvisiert.
7	1280 (6)	1420 (2)	—	—	—	—	—	—	
8	1290 (12)	1425 (6)	1280 (6)	—	—	III	1275 (6)	5	Bad kurz vor Abstich gemessen. Gießstrahl von rückwärts anvisiert.
9	1270 (4)	1385 (3)	1280	II	1260 (5)	III	1270	10	Bad 2 st vor Abstich gemessen. Gießstrahl von rückwärts anvisiert, mit Instrument 1 von der Seite.
	—	—	—	II	1252 (4)	VIII	1256 (6)	—	Beim Vergießen gemessen.

Zahlentafel 2. Messungen am Kuppelofen.

Versuch Nr.	Messung mit Thermoelement im Strahl °C	Beobachter	Optisches Instrument Nr. 1 °C	Beobachter	Optisches Instrument Nr. 2 °C	Mehranzeige des Thermoelements °C	Bemerkungen
1	1276 (8)[1]	III/VI	1268 (4)	I	1271 (6)	7	Strahl von rückwärts gemessen.
2	1375 (17)	II	1332 (8)	I	1340 (11)	42/35	Von vorne durch Rauchschleier gemessen.
3	1378 (14)	I	1360 (6)	II	1358 (4)	18/20,19	Von der Seite anvisiert.
4	1295 (15)	I	1335 (20)	II	1340 (20)	—	Thermoelement 15 mm im Strahl.
	1346 (4)	—	—	—	—	rd. 8	„ 70 „ „ „
	1312 (11)	—	—	—	—	—	„ 20 „ „ „
	1344 (6)	—	—	—	—	rd. 8	„ 70 „ „ „
5	1311 (12)	VI	1330 (12)	II	1347 (13)	—	Lötstelle absichtlich zu weit durch den Strahl gesteckt, so daß sie sichtbar war.
6	1336 (5)	II	1330 (5)	V	1332 (5)	5	Von rückwärts anvisiert.
7	1303 (6)	II	1332 (10)	V	1334 (10)	—	Element absichtlich so gehalten, daß Strahl gespalten.
8	1337 (6)	VII	1317 (6)	VI	1327 (6)	15	Von hinten anvisiert.
9	1350 (18)	VII	1350 (4)	VI	1333 (7)	9	Von hinten anvisiert.
10	1345 (6)	VI	1345 (3)	II	1345 (2)	0	Von hinten anvisiert.
11	1336 (19)	IV	1337 (19)	I	1330 (19)	4	Von hinten anvisiert.
12	1316 (12)	IV	1315 (12)	—	—	1	Von hinten anvisiert.

gleichzeitig von der Rückseite und von vorne anvisiert. Die Messung von vorne ergab eine um 65° geringere Temperatur. Darauf wurden die Instrumente vertauscht, das Ergebnis war das gleiche. Hierauf wurden noch die Beobachter gewechselt, es wurde aber der gleiche Temperaturunterschied gefunden, so daß nur die aufsteigenden Dämpfe die Ursache der Minderanzeige sein konnten.

Bei den Kuppelöfen wurde der ausfließende Eisenstrahl in der gleichen Weise optisch und mit Thermoelementen wie am Flammofen gemessen.

In den Gießpfannen wurde optisch und mit verschiedenen Thermoelementen gemessen. Für die

[1]) Die in Klammern angegebenen Zahlen geben die Anzahl der Ablesungen wieder, die als Mittelwerte die angegebenen Temperaturen ergaben.

Zahlentafel 3. Messungen in den Pfannen.

Versuch Nr.	Platin-Platinrhodium-Element °C	Eisen-Konstantan-Element °C	Eisen-Nickel-Element °C	Beobachter	Optisches Instrument Nr. 2 °C	Mehranzeige des Thermoelements °C	Eintauchtiefe
1	1280 (4)[1]	1280 (6)	—	II	1260 (4)	20	200 mm Platin 500 mm Eisen-Konstantan
2	1240 (4)	—	—	VI u. I	1285 (2)	—	10 mm
	1300 (3)	—	—	VI	1285 (2)	15	50 mm
	1300 (3)	—	—	VI u. III	1285 (2)	15	100 mm
3	—	1267 (3)	—	VI u. II	1257 (3)	10	350 mm
4	—	1284 (5)	—	VI	1270 (3)	14	400 mm
5	—	1272 (2)	—	II	1265 (2)	7	300 mm
6	1273 (4)	1275 (5)	1272 (5)	I u. II	1272 (10)	0	von 50 bis 400 mm

Zahlentafel 4. Versuch Nr. 3. Badtemperatur im Flammofen.

2 st vor Abstich		Kurz vor Abstich	
Ablesung 1	= 1265 °	Ablesung 1	= 1285 °
„ 2	= 1270 °	„ 2	= 1285 °
„ 3	= 1275 °	„ 3	= 1290 °
„ 4	= 1270 °	„ 4	= 1290 °
„ 5	= 1270 °	„ 5	= 1290 °
„ 6	= 1270 °	„ 6	= 1300 °
„ 7	= 1270 °	„ 7	= 1305 °
„ 8	= 1270 °	„ 8	= 1300 °
„ 9	= 1270 °	„ 9	= 1295 °
„ 10	= 1270 °	„ 10	= 1295 °
„ 11	= 1270 °	„ 11	= 1295 °
„ 12	= 1270 °	„ 12	= 1295 °
Mittel	= 1270 °	Mittel	= 1294 ° rd. 1295 °

Messung des Gießstrahles beim Abstich

mit Thermoelement		mit optischem Pyrometer	
Ablesung 1	= 1280 °	Ablesung 1	= 1270 °
„ 2	= 1285 °	„ 2	= 1275 °
„ 3	= 1285 °	„ 3	= 1280 °
„ 4	= 1290 °	„ 4	= 1290 °
„ 5	= 1295 °	„ 5	= 1280 °
„ 6	= 1290 °	„ 6	= 1280 °
„ 7	= 1290 °	„ 7	= 1280 °
Mittel	= 1288 ° rd. 1290 °	Mittel	= 1279 ° rd. 1280 °

optische Messung wurde jeweils die Schlacke sauber entfernt. Es wurde gleichzeitig mit Platin-Platinrhodium-Elementen, Eisen-Konstantan-Elementen und Eisen-Nickel-Elementen gemessen. Die Eintauchtiefe der Elemente betrug 50 bis 400 mm. Bis zu 40 mm Eintauchtiefe war beim Platin-Platinrhodium-Element ein Ansteigen der Temperatur zu beobachten (Versuch Nr. 2, Zahlentafel 3), von 40 bis 400 mm blieb die Temperatur gleich. Die Eisen-Konstantan- und Eisen-Nickel-Elemente zeigten von etwa 100 mm Eintauchtiefe an kein Ansteigen der Temperatur mehr.

Die Eisen-Konstantan-Elemente (Abb. 4) werden bei Temperaturen über 1280 ° rasch zerstört. Das Millivoltmeter zeigt etwa 40 bis 60 sek Beharrungszustand, dann ist die Lötstelle zerstört. Das Element kann dann aus dem Eisenbad herausgezogen, durch einige Schläge mit dem Hammer oder durch Stoßen auf eine harte Unterlage wieder gebrauchsfähig gemacht werden, weil Eisenrohr und Konstantandraht dadurch wieder eine neue Löt- bzw. Schweißstelle bilden. Abweichungen in der Temperaturanzeige ergaben sich, wie durch Nachprüfung mit Platin-Platinrhodium-Elementen festgestellt wurde, auch beim mehrmaligen Zusammenhämmern der zerstörten Elemente nicht. Bei Temperaturen unter 1280 ° halten die Eisen-Konstantan-Elemente ziemlich lange, ohne zerstört zu werden. Diese Elemente können einfach und billig hergestellt werden, so daß die Kosten kaum ins Gewicht fallen. Die Eisen-Nickel-Elemente werden bei etwa 1350 ° zerstört.

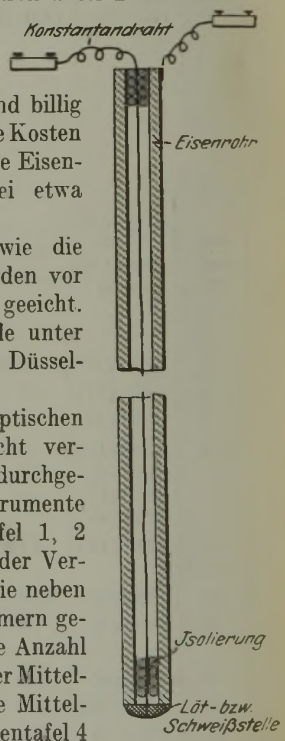

Abbildung 4. Eisen-Konstantan-Element.

Sämtliche Elemente sowie die optischen Instrumente wurden vor und nach den Versuchen geeicht. Ein Teil der Versuche wurde unter Teilnahme der Wärmestelle Düsseldorf durchgeführt.

Die Messungen mit optischen Pyrometern wurden von acht verschiedenen Beobachtern durchgeführt, die wiederum die Instrumente vertauschten. In Zahlentafel 1, 2 und 3 sind die Ergebnisse der Versuche zusammengestellt. Die neben den Temperaturen in Klammern gesetzten Zahlen bedeuten die Anzahl der Ablesungen, aus denen der Mittelwert gezogen wurde. Die Mittelwerte wurden in der in Zahlentafel 4 angegebenen Weise bestimmt.

Größere Abweichungen der einzelnen Ablesungen voneinander als bei Versuch Nr. 3 sind bei den anderen Versuchen nicht beobachtet worden.

Zur Bestimmung des Unterschiedes zwischen Thermoelement und optischem Meßgerät wurden die Versuchsergebnisse verwendet, bei denen das Thermoelement richtig und tief genug im Strahl oder in der Pfanne war und die Anzeigen der optischen Pyrometer, bei denen der Gießstrahl von rückwärts an-

[1]) Die in Klammern angegebenen Zahlen geben die Anzahl der Ablesungen wieder, die als Mittelwerte die angegebenen Temperaturen ergaben.

Zahlentafel 5. Mittelwerte aus dem Unterschied zwischen optisch und mit Thermoelementen gemessenen Temperaturen.

Flammofen		Kuppelofen		Pfanne	
Versuch Nr.	Mehranzeige des Thermoelements °C	Versuch Nr.	Mehranzeige des Thermoelements °C	Versuch Nr.	Mehranzeige des Thermoelements °C
1	5	1	7	1	20
3	10	3	19	2	15
6	5	4	8	3	10
8	5	6	5	4	14
9	15	8	15	5	7
—	—	9	9	6	0
—	—	10	0	—	—
—	—	11	4	—	—
—	—	12	1	—	—
Mittel 8 °		Mittel rd. 8 °		Mittel rd. 11 °	
Mittlere Abweichung aus allen Versuchen 9 ° rd. 10 °.					

visiert und die Messung durch keinerlei Rauchschleier beeinträchtigt wurde (vgl. Zahlentafel 5).

Die geringen Temperaturunterschiede zwischen Thermoelementen und optischen Pyrometern lassen den Schluß zu, daß bei Messungen im praktischen Gießereibetriebe das Eisen nicht blank, sondern stets mit einer Oxydhaut umgeben ist. Daher darf die Ablesung des optischen Pyrometers nicht mit der Berichtigungsziffer für blankes Eisen berichtigt werden, da sich sonst eine etwa 90 bis 100 ° zu hohe Temperatur ergibt.

Es wurden stets die hellen Stellen des Gießstrahles, die auch den überwiegenden Teil der Fläche darstellten, anvisiert. Außerdem wurde eine große Anzahl von Vergleichsmessungen in der Weise durchgeführt, daß die hellen und die dunklen Stellen anvisiert und der Temperaturunterschied festgestellt wurde. Dieser Unterschied betrug im Mittel 25 bis 30 °; der höchste beobachtete Unterschied war 45 °. Dies läßt den Schluß zu, daß auch die dunklen Stellen schon schwach oxydiert oder mit einem Schlackenhäutchen überzogen sind.

Versuche mit Thomasroheisen. Die Temperatur von flüssigem Thomasroheisen wurde beim Abstich am Hochofen sowie nach dem Transport zum Mischer vor dem Eingießen in den Mischer optisch und mit Thermoelementen gemessen. Am Hochofen wurden die Thermoelemente in die Eisenrinne gehalten und vor dem Eingießen in den Mischer in die Pfanne, während gleichzeitig der Strahl optisch gemessen wurde. Im Mittel aus sechs Ablesungen betrugen die Temperaturen:

	mit Thermoelement	optisch
am Hochofen	1273 °	1268 °
am Mischer	1242 °	1235 °

Ferner wurden an diesem Tage noch Messungen des Mischerroheisens vorgenommen, die mit Thermoelement 1240 ° und optisch 1235 ° ergaben.

Beim Ausgießen aus dem Mischer wurde der Strahl optisch gemessen und die Thermoelemente darauf in die gefüllte Mischerroheisenpfanne gehalten. Ferner wurde dann noch einmal beim Eingießen in die Thomasbirne optisch gemessen.

An einem anderen Tage wurden beim Ausgießen aus dem Mischer in der Mischerroheisenpfanne und beim Eingießen in den Konverter die Temperaturen mit zwei Thermoelementen und drei optischen Pyrometern gemessen. Ergebnis:

Thermoelement 1	Thermoelement 2	Pyrometer 1	Pyrometer 2	Pyrometer 3
1243 °	1246 °	1230 °	1235 °	1230 °

Um die Bedenken zu zerstreuen, daß infolge allzu großer Trägheit des Thermoelements durch Einhüllung des Elements in warme isolierende Ueberzüge die wahre Temperatur in der Beobachtungszeit nicht erreicht würde, wurde folgender Versuch durchgeführt. In die Pfanne wurden ein kaltes Thermoelement und ein vorher auf 1350 ° erhitztes Element gleichzeitig hineingehalten. Das kalte Element stieg auf 1243 °, das erhitzte Element ging auf 1246 ° zurück. Die Messungen hatten das gleiche Ergebnis wie die vorhergehenden.

Versuche im Stahlwerk. Es wurde der aus dem Stopfen der Gießpfanne in die Kokille fließende Strahl (Thomasstahl) anvisiert (Ergebnis: 1425 °). Nach dem Gießen wurde die Schlacke auf der Oberfläche der Kokille sauber entfernt, und die Temperatur wurde nun optisch gemessen. Ergebnis: 1460 °, also um 35 ° höher. Bei der gleichzeitigen Messung mit Thermoelement in der Kokille wurde dieses zerstört.

Versuche mit Siemens-Martin-Stahl. Beim Gießen eines 19-t-Schmiedeblocks wurde die Temperatur des aus dem Stopfen fließenden Strahles optisch von drei Beobachtern zu 1420 ° gemessen. Die Messungen der einzelnen Beobachter wichen um nicht mehr als 5 ° voneinander ab. Sofort nach Beendigung des Gießens wurde in die Kokille ein Thermoelement eingeführt, das eine Temperatur von 1495 °, also 75 ° mehr als die optische Messung des Strahles, ergab.

Hiernach erscheint es nicht ausgeschlossen, daß die bisher gebräuchliche Berichtigungsziffer (in diesem Falle etwa 120 °) zutreffend ist, da der Stahl in der Kokille in der langen Gießzeit eine Abkühlung erfahren haben muß. Leider ist es bisher nicht gelungen, die Temperatur beim Gießen in der Pfanne thermoelektrisch und im Strahl gleichzeitig optisch zu messen, da sämtliche Schutzrohre und Thermoelemente in der Pfanne zerstört wurden.

Zusammenfassung.

Vergleichsmessungen mit Thermoelementen und optischen Pyrometern ergaben, daß für flüssiges Gußeisen die abgelesene Temperatur des Holborn-Kurlbaum-Pyrometers im allgemeinen um 10 ° tiefer liegt als die der Thermoelemente. Bedingung dabei war, daß die hellen Stellen des Gußeisens anvisiert wurden. Die Messungen mit Eisen-Konstantan- und Eisen-Nickel-Elementen ergaben gute Uebereinstimmung mit Platin-Platinrhodium-Elementen. Optische und thermoelektrische Messungen des Thomasroheisens an Hochofen, Mischer und Thomasbirne ergaben gleichfalls nur einen Unterschied von etwa 5 °. Messungen des aus dem Stopfen der Gießpfannen fließenden Thomas- und Siemens-Martin-Stahles lieferten Ergebnisse, die wesentlich tiefer lagen als Messungen des in der Kokille hochsteigenden Stahles. Es ergibt sich daraus, daß die Oxydation des aus dem Stopfen ausfließenden Stahles nicht so weit fortgeschritten ist, daß durch geringe Berichtigungswerte seine wahre Temperatur zu ermitteln wäre.

Die Entwicklungsbedingungen der deutschen, lothringischen und englischen Eisenindustrie.

Aus den Länder-Denkschriften für die Weltwirtschaftskonferenz.

Von Dr. E. Buchmann in Berlin.

In dem Aufsatz „Die Eisen- und Stahlindustrie der Welt im Lichte der Weltwirtschaftskonferenz"[1]) war darauf hingewiesen worden, daß die Verbände der deutschen, französischen und englischen Eisen- und Stahlindustrie dem Völkerbundsekretariat Denkschriften über die Lage der Eisenindustrien ihrer Länder zur Verfügung gestellt haben, die u. a. die wesentlichen Entwicklungsbedingungen schildern, von denen die Eisen- und Stahlindustrien der betreffenden Länder in den letzten Jahren vornehmlich beeinflußt worden sind. Diese Darlegungen, die der Weltwirtschaftskonferenz vorliegen, sind der Denkschrift des Völkerbundsekretariats über die Eisen- und Stahlindustrie der Welt als besondere Anlagen beigegeben worden und geben in ihrer Gegenüberstellung ein bemerkenswertes Bild von den Auffassungen, die in den einzelnen Ländern herrschen.

Der Bericht über die Entwicklung der deutschen Eisen- und Stahlindustrie, der von der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie beim Reichsverband der Deutschen Industrie erstattet worden ist, stellt folgende Gesichtspunkte in den Vordergrund:

Im Jahre 1913 erzeugte Deutschland 19,309 Mill. t Roheisen und 18,94 Mill. t Rohstahl. Die Erzeugung Englands stellte sich auf 10,65 Mill. t Roheisen und 7,79 Mill. t Rohstahl, die Frankreichs auf 5,21 bzw. 4,69 Mill. t. Die deutsche Eisen- und Stahlindustrie war also ungefähr doppelt so stark wie die englische und etwa viermal so stark wie die französische. Außerdem war Deutschland das größte Eisenausfuhrland der Welt.

Durch den Versailler Vertrag und seine Folgen (Abtrennung Lothringens, Austritt Luxemburgs aus dem deutschen Zollgebiet, Eingliederung des Saargebiets in das französische Zollgebiet, Abtrennung Ostoberschlesiens) hat die deutsche Eisen- und Stahlindustrie rd. 80 % ihrer Erzförderung, rd. 30 % ihrer Kohlenförderung, rd. 30 % der Stahlwerke und fast 30 % ihrer Walzwerksanlagen verloren. An der Erzeugung von 1913 gemessen, hat sie mit den verlorenen Werken 42 % der Roheisenerzeugung, 37 % der Flußstahlerzeugung und etwa 34 % der Walzwerksleistung eingebüßt.

Mit Lothringen, Luxemburg und dem Saargebiet hatte auch die rheinisch-westfälische Eisenindustrie Verluste zu buchen, denn die südwestlichen Eisenhütten waren von der rheinisch-westfälischen Eisenindustrie großenteils ins Leben gerufen worden. In der Vorkriegszeit hatte sich zwischen dem lothringisch-luxemburgischen Eisengebiet, der Saareisenindustrie und dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet ein Güteraustausch entwickelt, der vom Südwesten nach dem Nordwesten neben Eisenerzen und Schrott hauptsächlich Roheisen, Halbzeug und Walzeisen brachte und in der entgegengesetzten Richtung vor allem auf Kohle, Koks, Maschinen, Werkzeuge u. dgl. bezog. Diese organischen Wirtschaftsbeziehungen sind zerrissen worden.

Von den Gesamtverlusten der deutschen Eisen- und Stahlindustrie entfielen auf Oberschlesien etwa 0,3 % an Eisenerz, 5 % der Roheisenerzeugung, 7 % der Flußstahlerzeugung und 7,5 % der Walzwerksleistung. Oberschlesien allein betrachtet verlor durch die Abtrennung Ostoberschlesiens an Polen von seiner Friedensleistung fast 100 % Eisenerze, 64 % Roheisen, 75 % Rohstahl und 78 % der Walzwerksleistung.

Die Entwicklung der deutschen Eisen- und Stahlindustrie in der Nachkriegszeit wurde durch zahlreiche Umstellungen beeinflußt. Die erste Umstellung erfolgte 1918/19 auf den Friedensfuß. Die zweite Umstellung (1920 bis 1923) war durch die Inflation gekennzeichnet, die dritte (1923) durch die Besetzung des Ruhrgebiets, die vierte (1924) durch die Micumbelastungen und die Stabilisierung der deutschen Währung, die fünfte (Ende 1924 und 1925) durch die Neugründung von Eisenverbänden, die sechste (1925/26) durch die Rationalisierungsmaßnahmen, insbesondere durch den Zusammenschluß eines Teils der großen Konzerne in die Vereinigten Stahlwerke und anderes mehr.

Die Umstellung auf den Friedensfuß war mit der Vernichtung zahlreicher Maschinen und Werksanlagen verbunden und brachte für diejenigen gemischten Werke, die umfangreiche Verarbeitungsbetriebe besaßen, schwere Erschütterungen. Die Inflation war die Zeit des Kohlen- und Koksmangels und der Verschleierung der Substanzverluste. Die für die verlorenen Werksanlagen geschaffenen Neubauten können diese Substanzverluste bei weitem nicht ausgleichen. Die Besetzung des Ruhrgebiets war mit fast völligem Stillstand der Erzeugung und des Absatzes in den betroffenen Gebieten verbunden und brachte im Verein mit den Micumbelastungen schwerste geldliche Einbußen. Mit der Stabilisierung der deutschen Währung im Herbst 1923 begann die Deflationskrise, die im zweiten Halbjahr 1925 ihren Höhepunkt erreichte und sich in stetig sinkender Erzeugung ausdrückte. Das Wiederaufleben der Eisenverbände war eine Folge der Wirtschaftsnot und bezweckte zugleich mit der Anpassung der Erzeugung an den Verbrauch sowie einer möglichsten Stetigkeit der Preisgestaltung die Wiederherstellung der Wirtschaftlichkeit. Die Rationalisierungsmaßnahmen verfolgten das gleiche Ziel.

Bis zum 10. Januar 1925 war Deutschland auf Grund des Versailler Vertrages gezwungen, große

[1]) Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 754 ff.

Mengen von Eisen- und Stahlerzeugnissen zollfrei aus Lothringen, Luxemburg und Ostoberschlesien nach Deutschland hereinzulassen. Zu diesen in den Jahren 1920 bis 1925 zollfrei eingeführten Kontingenten, die erzeugungs- und marktstörend wirkten, kamen in den Jahren 1925 und 1926 die starken Dumpingeinfuhren der untervalutarischen Frankenwettbewerbsländer hinzu. Allein aus dem französischen und dem belgisch-luxemburgischen Zollgebiet kamen im Jahre 1925 an Großeisenerzeugnissen 877 451 t oder 75,58 % der deutschen Gesamteinfuhr an diesen Gütern nach Deutschland herein.

Die Währungszerrüttung in den untervalutarischen Ländern steigerte deren Eisen- und Stahlerzeugung und verschärfte den Wettbewerb im In- und Auslande. Diese untervalutarischen Länder hatten günstigere natürliche Herstellungsbedingungen. Sie zahlten ferner ihre Löhne, Steuern, Eisenbahnfrachten, Schuldzinsen usw. in entwertetem Inflationsgeld und erhielten, wie z. B. Frankreich, den deutschen Reparationskoks zu billigeren Preisen. Diese Verhältnisse drückten die Eisenpreise sowohl auf dem Weltmarkt, wo sie absatz- und ausfuhrerschwerend wirkten, als auch auf dem durch den Versailler Vertrag verkleinerten und geschwächten deutschen Binnenmarkt, auf dem Schiffbau, Maschinenbau, Kleineisenindustrie, Baumarkt und alle Verbrauchergruppen daniederlagen. In der gleichen Richtung wirkten die zahlreichen Erschwerungen und Hemmnisse auf dem Gebiete des internationalen Güteraustausches. Ferner ist zu bedenken, daß Deutschland nicht über große Kapitalien verfügt, sondern hohe Kreditzinsen bezahlen muß, daß es hohe Steuern und hohe soziale Lasten zu tragen hat, durch hohe Eisenbahnfrachten belastet ist und die durch den Dawesplan festgelegten Leistungen erfüllt.

Die Steuerlasten und die sozialen Leistungen haben sich in der Nachkriegszeit gegenüber der Vorkriegszeit außerordentlich vermehrt. Bei sieben deutschen Hüttenwerken, und zwar besonders ergiebigen Unternehmungen, die in der Vorkriegszeit in den Jahren 1913 und 1914 umfangreiche Gewinne ausschütten konnten, betrug der Gesamtgewinn im letzten Vorkriegsjahre 63,337 Mill. ℳ bei einem Aktienkapital von zusammen 255,940 Mill. ℳ. Der Gewinn entsprach 24,7 % des Aktienkapitals in der Vorkriegszeit und erlaubte neben der Ausschüttung guter Gewinne namhafte Rückstellungen. Die Vorkriegssteuern und die sozialen Leistungen in Höhe von 22,562 Mill. ℳ betrugen 8,8 % des Aktienkapitals. In der Nachkriegszeit, und zwar in den Jahren 1924 und 1925, hat sich bei drei der erfaßten Werke das Aktienkapital gegenüber der Vorkriegszeit nur unerheblich verändert, während bei vier Unternehmungen infolge erweiterter Konzernbildung, insbesondere infolge Zusammenschlusses mit anderen Großbetrieben, eine erhebliche Vergrößerung des Aktienkapitals vorgenommen worden ist. Die 661,630 Mill. ℳ Gesamtaktienkapital dieser Gesellschaften in der Nachkriegszeit sind auf der Grundlage der ersten Goldbilanzen ermittelt worden. Der Reingewinn betrug insgesamt nur 7,579 Mill. ℳ, also nur 1,1 % des Aktienkapitals gegenüber 24,7 % des letzten Vorkriegsjahres. Die Werke konnten daher im allgemeinen keine Gewinne ausschütten, da die Gesamtlasten sehr hoch waren und der spärliche Gewinn fast ganz als Rücklage vorgetragen werden mußte. Die Gesamtbelastung an Steuern und die sozialen Leistungen in der Nachkriegszeit in Höhe von 73,223 Mill. ℳ machten 11,1 % des erhöhten Aktienkapitals gegenüber 8,8 % in der Vorkriegszeit aus.

Die deutschen Güterfrachten der Nachkriegszeit lagen im allgemeinen einschließlich 7 % Verkehrssteuer rd. 45 % über den Frachten des Jahres 1913. Der Versand auf kurze Entfernungen bis zu 50 km und namentlich der auf ganz geringe Entfernungen bis zu 25 km war infolge der in den letzten Nachkriegsjahren vorgenommenen Tarifreform erheblich stärker belastet. Hier ergeben sich Steigerungen bis zu 100 % und mehr. Die Tarifreform, verbunden mit der Reparationsbelastung der Reichsbahn, hat ferner zu einer Aufhebung mancher billigen Ausnahmetarife geführt. Dadurch sind Frachterhöhungen auf das Zwei- bis Fünffache der Vorkriegszeit eingetreten. Durch die stärkere Frachtbelastung gegenüber der Vorkriegszeit hat die deutsche Eisenindustrie nicht nur eine Steigerung ihrer Herstellungskosten, sondern auch eine Beeinträchtigung ihrer Absatzmöglichkeiten und ihrer Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt erfahren.

Diese Verhältnisse wirkten um so stärker, als die großen Wettbewerbsindustrien in Frankreich und Belgien infolge der Frankeninflation, in Goldmark gerechnet, erheblich niedrigere Frachten zu bezahlen hatten. Im Juni 1926 lagen z. B. die deutschen Reichsbahnfrachten für Erz bis zu 60 % höher als die französischen Eisenbahnfrachten und zum Teil 300 % höher als die belgischen. Die Kohlenförderung auf der deutschen Reichsbahn war 100 % teurer als die auf den französischen Bahnen und bis über 200 % teurer als der Kohlenversand in Belgien. Die deutschen Eisenbahnfrachten für Stabeisen waren bis zu 80 % höher als in Frankreich und bis zu 190 % höher als in Belgien. Bei der Ausfuhr über die Seehäfen lagen die deutschen Reichsbahnfrachten für Stabeisen um 130 bis 180 % höher als die der französischen Eisenbahnen und bis zu 458 % höher als die der belgischen.

Für die deutsche Eisenindustrie ist die Frachtbelastung infolge der großen Mengen benötigter Roh- und Hilfsstoffe wie Erz, Koks und Kohle und ferner beim Absatz ihrer Erzeugnisse von großer Bedeutung. Die Beförderungskosten der Reichsbahn machen einen großen Teil der Gestehungskosten aus. Von ganz besonderer Bedeutung für die deutsche Eisenindustrie waren in der Vorkriegszeit die Ausnahmetarife, und zwar sowohl zur Ausfuhr über die Seehäfen als auch über die trockene Grenze. Die Frachtsätze für die deutsche Eisenausfuhr über die deutschen Seehäfen betragen heute das Zwei- bis Vierfache der Vorkriegszeit.

Aus alledem ergibt sich, daß die deutsche Eisen- und Stahlindustrie im Vergleich zu denjenigen anderer Wettbewerbsstaaten unter wesentlich erschwerten Bedingungen arbeitet.

* * *

Der Bericht über die lothringische Eisen- und Stahlindustrie, der vom Comité des Forges erstattet worden ist, enthält folgende Ausführungen:

Die Eisenindustrie Lothringens war von altersher in jenem Gebiet ansässig, wurde aber erst um das Jahr 1880 entwickelt, als das Thomasverfahren die Verarbeitung der dortigen phosphorreichen Erze gestattete. Mit dem Thomasverfahren ging die Entwicklung schnell voran. Dreißig Jahre haben genügt, um der lothringischen Eisen- und Stahlindustrie die wichtige Stellung zu verschaffen, die sie heute in der Welteisenwirtschaft einnimmt.

Durch die Grenzziehung der Vorkriegszeit ist das lothringische Eisengebiet von Norden nach Süden in zwei gleiche Teile zerschnitten worden, von denen jeder dem Werte nach etwa die gleiche Menge an Eisen und Stahl erzeugte. Im Jahre 1913 betrug die Leistung Französisch-Lothringens an Roheisen 3,546 Mill. t und an Rohstahl 2,518 Mill. t gegenüber einer Erzeugung von 3,87 Millionen bzw. 2,285 Mill. t in Deutsch-Lothringen. Auf französischem Gebiete lagen 99 Hochöfen und 19 Stahlwerke, auf deutschem 65 bzw. 9. Durch den Erwerb Elsaß-Lothringens wurde die Leistung der ostfranzösischen Eisen- und Stahlindustrie verdoppelt. Schon in der Vorkriegszeit war Ostfrankreich der wichtigste Eisenmittelpunkt des Landes. Heute ist seine Bedeutung noch weit höher, denn es verkörpert 80 % der gesamten französischen Roheisenerzeugung und 70 % der gesamten Rohstahlgewinnung. Diese Zahlen zeigen, welche Veränderungen das ostfranzösische Eisengebiet durch die Ausdehnung der Grenze bis zum Rhein erfahren hat.

Die lothringischen Erzschätze sind mit die umfangreichsten der Welt. Das erklärt zur Genüge, daß sich auf ihnen eine Eisenindustrie aufgebaut und entwickelt hat. Diese Industrie verhüttete stets ausschließlich die örtlichen Erze; nur für bestimmte mengenmäßig geringfügige Sonderroheisensorten wurden und werden fremde Erze verwandt. Die Aenderung der Grenzziehung hat die Erzversorgung der lothringischen Eisenindustrie nicht berührt. Die gesamte Minetteerzförderung wird von der lothringischen Eisenindustrie nicht aufgenommen. Die Erzförderung mußte — natürlich unter Vermeidung einer vorzeitigen Erschöpfung der Lagerstätten — über den örtlichen Bedarf hinaus entwickelt werden, um die Gestehungskosten zu senken und die lothringischen Hochofenwerke zu Preisen beliefern zu können, die einen Ausgleich für die sonstigen hohen Gestehungskosten boten. Im Jahre 1913 wurden in Deutsch- und Französisch-Lothringen zusammengenommen 41 Mill. t Erz gefördert und hiervon 23 Mill. t verhüttet. In der Nachkriegszeit haben sich diese Verhältnisse nicht geändert, denn im ersten Halbjahr 1926 betrug die Erzförderung 17,752 Mill. t, von denen fast 11 Mill. t in Lothringen selbst verbraucht wurden. Der Rest ging nach Nordfrankreich, dem Saargebiet, Luxemburg, Belgien und Deutschland.

Ganz anders als die Erzversorgung ist die Koksversorgung gelagert. Zwar erstreckt sich das Saarkohlenbecken bis nach Lothringen hinein, aber auf lothringischem Gebiete liegen die geringeren Kohlenmengen. Außerdem ist die lothringische und die Saarkohle zur Verkokung nicht besonders geeignet und muß mit anderer Kohle vermischt werden. Vor dem Kriege gab es in Französisch-Lothringen weder Zechen noch Kokereien. Die notwendige Kohle — etwa 2,4 Mill. t jährlich — kam aus dem französischen Nordbezirk, vom Pas de Calais oder aus Deutschland. Die deutsch-lothringischen Hochofenwerke verwendeten nur 70 000 bis 80 000 t heimischen Koks bei einem Gesamtverbrauch von 4,548 Mill. t. Mehr als 80 % der benötigten Koksmengen kamen von der Ruhr. Der Gesamtbedarf an Koks betrug in Deutsch- und Französisch-Lothringen zusammen etwa 8,650 Mill. t; davon kamen 16 % aus Frankreich, der Rest aus Westfalen.

Durch den Friedensvertrag haben sich diese Verhältnisse nicht wesentlich verschoben, denn die Gebiete, von denen die lothringischen Hochofenwerke ihren Koks erhielten, blieben außerhalb der französischen Grenze. Durch den Erwerb Elsaß-Lothringens hat Frankreich zwar neue Eisenerzeugungsstätten und eine entsprechende Erzgrundlage erhalten, aber nur einen geringen Zuwachs an Koks im Verhältnis zu dem gesteigerten Bedarf.

Während der letzten Jahre wurden in Ostfrankreich neue Kokereien errichtet, die dazu beitragen, die Lage zu erleichtern; denn es besteht keine unbedingte Notwendigkeit, diese Kokereien mit deutscher Kohle zu versorgen, da die beste englische, französische oder holländische Kohle ebenso geeignet ist. Das lothringische Eisengebiet ist auf diese Weise vom deutschen Koks unabhängiger geworden, und vielleicht besteht — mit Ausnahme kleiner Mengen — in Zukunft keine Notwendigkeit, Koks von der Ruhr zu beziehen.

Vor 1914 bestanden zwischen den Hüttenwerken beiderseits der deutsch-französischen Grenze keinerlei Wirtschaftsbeziehungen; beide Teile hatten ihren eigenen heimischen Markt. Die Hüttenwerke in Deutsch-Lothringen waren, mit einer Ausnahme, eng mit den Hüttenwerken der Saar oder Westfalens verbunden. Diesen lieferten sie große Mengen an Roheisen, Rohstahl oder rohem Stahlguß. Sie waren gewissermaßen deren Ergänzungsbetriebe. Ihr vertikaler Aufbau war nicht derart, daß sie das Walzeisen bis zu einem solchen Grade der Verfeinerung selbst verarbeiteten, daß sie sich eigene Märkte mit regelmäßigem Absatz hätten sichern können. Von einer Gesamterzeugung von 3,87 Mill. t Roheisen, 432 000 t Halbzeug zum Absatz bestimmt und 1,495 Mill. t Walzwerksfertigerzeugnissen verkauften die deutsch-lothringischen Werke 1913 nach dem Deutschen Reiche jetzigen Umfangs 836 000 t Roheisen, 490 000 t Halbzeug und 577 000 t Fertigerzeugnisse. Das war ungefähr die Hälfte ihrer Stahlerzeugung[2]).

[2]) Die Richtigkeit dieser Zahlen konnte nicht nachgeprüft werden, da die Grundlagen nicht angegeben sind, auf denen sie beruhen. Nach der deutschen Güterverkehrsstatistik ergeben sich niedrigere Zahlen. Allerdings ist hierbei der Wasserverkehr nicht berücksichtigt. Wenn Deutsch-Lothringen in Wirklichkeit mehr Halbzeug verkauft als hergestellt hat, so muß man annehmen, daß Halbzeugmengen aus Luxemburg und dem Saargebiet hinzugekauft worden sind oder daß Lagerbestände für den Verkauf verfügbar waren. Der Verfasser.

Die elsaß-lothringischen Hütten waren plötzlich von den Werken abgeschnitten, denen sie früher das Halbzeug geliefert und mit denen sie den deutschen Binnenmarkt sowie den Auslandsmarkt geteilt hatten. Sie sahen sich mit einem Male in Berührung mit den französisch-lothringischen Eisen- und Stahlwerken und mußten mit diesen eine Vereinbarung treffen, um den Verkauf ihrer Erzeugnisse auf dem nunmehrigen gemeinsamen Binnenmarkt und den gemeinsamen Auslandsmärkten zu regeln. Hinzu kam, daß die altfranzösischen und neulothringischen Eisenhüttenwerke aus den gleichen Rohstoffen fast die gleichen Erzeugnisse herstellten und die Aufnahmefähigkeit des französischen Binnenmarktes der Leistungsfähigkeit der Werke nicht entsprach. Die Frage scheint nunmehr gelöst zu sein: Die früheren elsaß-lothringischen Werke haben sich völlig der neuen Lage angepaßt und sich neue Absatzmärkte geschaffen. Ihre Erzeugung war 1925 größer als in irgendeinem der früheren Jahre und betrug 6,815 Mill. t Roheisen sowie 5,067 Mill. t Halb- und Fertigerzeugnisse. Die lothringische Eisen- und Stahlindustrie hat sich ihre wichtige Stellung auf dem Weltmarkt erhalten, denn auf sie entfällt tatsächlich die gesamte französische Ausfuhr. Diese betrug:

Jahr	Roheisen	Halbzeug und Fertigerzeugnisse
	in 1000 t	
1921	670	828
1922	730	1106
1923	613	1366
1924	783	1824

Da die amtliche Statistik für 1925 die Ausfuhr Frankreichs und des Saargebiets zusammen umfaßt, gibt sie kein vergleichbares Bild, aber die Stahlausfuhr aus Frankreich allein, also ohne Saargebiet, betrug 1925 etwa 2,3 Mill. t, und die Ausfuhr an Stahlguß war ebenso groß wie 1924.

Die lothringische Eisenindustrie fühlt natürlich den scharfen Wettbewerb auf den Auslandsmärkten. Ihre geographische Lage ist schlechter als die der benachbarten festländischen Eisenindustrien. Da die Entfernungen zu den Ausfuhrhäfen größer sind, hat sie höhere Eisenbahnfrachten zu tragen. Die hervorragende Rheinwasserstraße kann zur Küste oder nach Mitteleuropa hin nicht voll ausgenutzt werden, da keine unmittelbar schiffbaren Wasserverbindungen bestehen und daher gebrochene Frachtwege benutzt werden müssen, die hohe Umladekosten bedingen. Die Moselkanalisierung über Metz hinaus, ein Mosel-Saar-Kanal und der Bau des Nordostkanals würde eine unmittelbare Wasserverbindung zwischen ganz Lothringen, Paris, Nordfrankreich und den hauptsächlichsten Häfen schaffen. Die derzeitigen Wirtschaftsverhältnisse lassen aber eine baldige Durchführung so großzügiger Pläne nicht als möglich erscheinen, daher kann die lothringische Eisenindustrie eine Besserung ihrer Lage in naher Zukunft nicht erhoffen.

* * *

Der Bericht über die englische Eisen- und Stahlindustrie ist von der „National Federation of Iron and Steel Manufacturers" erstattet worden und besagt:

Das wichtigste Merkmal der Lage der englischen Eisen- und Stahlindustrie in den letzten Jahren war die Ausweitung der Leistungsfähigkeit der Rohstahlerzeugung, die während des Krieges ihren Anfang nahm. Sie hatte eine wesentliche Verbesserung der Einrichtungen der Stahlwerke zur Folge. Die Hochofenwerke konnten nicht in derselben Weise verbessert und ausgedehnt werden. So ging das Gleichgewicht zwischen Roheisen- und Rohstahlerzeugung verloren. Durch stärkere Verwendung von Schrott, durch scharfe Drosselung der Roheisenausfuhr und durch den Verzicht auf die Erzeugung anderer Roheisensorten als solcher zur Stahlgewinnung versuchte man, einen Ausgleich zu schaffen. Würde sich die Nachfrage nach Stahl bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit der Stahlwerke steigern und würde die Nachfrage nach Stahleisen und Gießereiroheisen zum eigenen Verbrauch sowie zur Ausfuhr den Stand von 1913 erreichen, dann würde es wahrscheinlich schwierig sein, den Roheisenbedarf der Stahlwerke aus eigener Erzeugung decken zu können. Mit Ausnahme von 1920 hat die Stahlerzeugung die Höhe der Kriegsleistung nicht erreicht. Das hatte folgende Gründe:

1. Die durch den Krieg verarmte Welt, die an sich außerordentlich große Stahlmengen hätte aufnehmen können, vermochte diesen Bedarf nicht zu befriedigen. Die Länder, die vor dem Kriege Kapitalien zur Erschließung von Neuländern verwendeten, waren infolge ihrer Teilnahme am Kriege hierzu nicht mehr in der Lage und mußten diese Erschließung zurückstellen.

2. Bei der Befriedigung des tatsächlichen Eisenbedarfs war England im Wettbewerb mit dem Festlande durch die Währungszerrüttung in den untervalutarischen Ländern, durch niedrigere Löhne, durch die europäischen Zolltarife, durch Ausfuhrprämien und niedrige Frachten behindert.

Daher betrug im Jahre 1925 die Roheisen- und Rohstahlerzeugung nur 52 bzw. 61,5 % der Leistungsfähigkeit. Durch die Verbesserung der Werke während des Krieges konnten die Preise derart gesenkt werden, daß sie im April 1926 nur 17 % über den Vorkriegspreisen standen. Die festländischen Wettbewerber waren aber in der Lage, auch diese niedrigen Preise zu unterbieten, so daß die Senkung der englischen Preise keinen Anreiz für die Verbraucher bot. Diese hielten im Kauf zurück, in der Hoffnung, daß die Preise noch weiter nach unten gehen würden.

Ueber die Walzwerksleistung, auch getrennt nach einzelnen Erzeugnisgruppen, können im Vergleich zu 1913 Angaben nicht gemacht werden. Man kann aber sagen, daß sich infolge des Unterseebootkrieges die Leistungsfähigkeit für Schiffsbleche beträchtlich vergrößert und durch den umfangreichen Schiffbau im Jahre 1920 eine weitere Steigerung erfahren hat. Der Bedarf an Schiffsblechen ist aber wegen des derzeitigen Daniederliegens der Werftindustrie stark gesunken. Die Erzeugung ist zur Zeit geringer als vor dem Kriege. Der Ausfall ist

*

auch durch den stärkeren Verbrauch von Streifen und Blechen zur Röhrenherstellung oder zu anderen Zwecken nicht wettgemacht worden. Der Bedarf an Grobblechen ist seit dem Kriege gesunken, der von Feinblechen jedoch erheblich gestiegen, da die Ausfuhr von Weißblechen, verzinkten usw. Blechen höher als im Jahre 1913 ist und die Automobilindustrie einen erheblich gesteigerten Verbrauch hat. Auch in Formeisen ist die Erzeugung gewachsen. In Schienen ist die Erzeugung gegenüber der Vorkriegszeit beträchtlich zurückgegangen, da wegen der geringeren Erschließung der Neuländer die Ausfuhr stark abgenommen hat.

Der Eisenverbrauch ist in den letzten Jahren etwas größer als vor dem Kriege gewesen. Wenn trotzdem die englische Eisen- und Stahlerzeugung keine Steigerung erfahren hat, so liegt das daran, daß die Einfuhr gestiegen, die Ausfuhr aber gesunken ist.

Die Erzeugungsmöglichkeit an Roheisen beträgt zur Zeit etwa 12 Mill. t jährlich gegenüber 11 Mill. t vor dem Kriege, die an Rohstahl etwa 12 Mill. t gegenüber rd. 8 Mill. t im Jahre 1913.

Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

Silizium-Baustahl aus dem Siemens-Martin-Ofen.

Unter diesem Titel veröffentlicht J. Meiser in dieser Zeitschrift[1]) eine Abhandlung, in der er auf Grund vorliegender Betriebsergebnisse aus einem 80-t-Siemens-Martin-Ofen der Dortmunder Union den Schluß ableitet, daß das im Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart hergestellte Erzeugnis allen Anforderungen, die an Silizium-Baustahl gestellt werden, entspricht. Dieser Behauptung Meisers kann ich mich nicht ohne weiteres anschließen.

Eine Hauptbedingung, der ein Baustahl zu entsprechen hat, ist die Gleichmäßigkeit seines chemischen und physikalischen Aufbaues. Insbesondere wirken Seigerungen, Einschlüsse und sonstige Fehler im Stahl vermindernd auf die Festigkeitseigenschaften. Deshalb sind Gleichmäßigkeit und Reinheit des Silizium-Baustahles als solche eine außerordentlich wichtige Voraussetzung für die Güte des Silizium-Baustahles, die unbedingt soweit wie nur möglich erfüllt werden müssen.

Daß durch die Natur des Herstellungsverfahrens Siliziumstähle in vermehrter Anzahl solche Fehlstellen enthalten können, erwähnte ich bereits in meiner Veröffentlichung[2]) über Siliziumstahl als Baustahl. Die nach Zahlentafel 1 gezeigten niedrigsten Ergebnisse von 20 Schmelzungen aus dem vor kurzem in Betrieb genommenen 10-t-Boßhardt-Ofen der Mitteldeutschen Stahlwerke in Gröditz weisen viel gleichmäßigere und höhere Werte von $\frac{\sigma_s}{\sigma_B} \cdot 100$ auf, ein Beweis für die größere Zuverlässigkeit des Herstellungsverfahrens in diesem Ofen. Zur Verwendung kamen Blöcke von 200 bis 800 kg und hatten lange nicht jene Durcharbeitung wie die 4000-kg-Blöcke bei der Dortmunder Union.

Auf die Empfindlichkeit bei der Herstellung von Silizium-Baustahl mit rd. 1% Si weisen insbesondere die Dresdener Untersuchungen der Professoren Schwinning und Gehler hin. Es sind im Silizium-Baustahl etwas mehr sehr kleine mikroskopische Einschlüsse, als dies bei Kohlenstoffstählen der Fall ist, zu beobachten. Je höher der Siliziumgehalt, um so mehr sind solche Einschlüsse neben kugeligen Einschlüssen zu beobachten. Abb. 1 zeigt im 1prozentigen Silizium-Baustahl derartige Einschlüsse, die gewöhnlich vorkommen. Allerdings konnte ein durch diese Einschlüsse hervorgerufener Mangel in der Qualität infolge der hohen vorhandenen Zähigkeit des Stahles nicht nachgewiesen werden, wenn die Einschlüsse sich in mäßigen Grenzen gehalten haben. Ungefähr in gleichen Grenzen verhalten sich jedenfalls die Einschlüsse des im Boßhardt-Ofen und im Elektro-Ofen erzeugten Stahles, was sich vom im normalen Siemens-Martin-Ofen erzeugten Silizium-Baustahl nicht immer sagen läßt.

×100

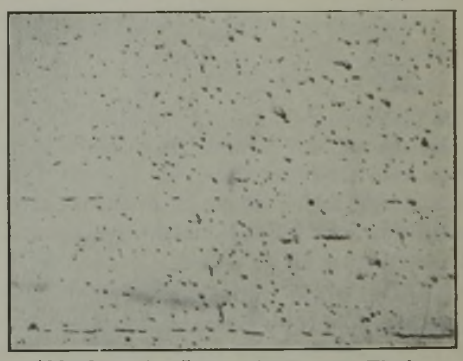

Abbildung 1. Längsschliff eines Flacheisens 60 × 16 mm aus Siliziumstahl mit 0,94 % Si.

Dadurch, daß im Boßhardt- oder Elektro-Ofen die Möglichkeit vorhanden ist, dem Bade höhere Temperaturen zukommen zu lassen, als dies bei dem normalen Siemens-Martin-Ofen der Fall ist, ist infolge größerer Dünnflüssigkeit der Schmelze diesen Schlakkenteilchen leichter die Möglichkeit geboten, an die Oberfläche zu steigen. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß diejenigen Stahlsorten, die am stärksten überhitzt werden können, die geringsten und am gleichmäßigsten verteilten Einschlüsse enthalten. Ich bezweifle keinesfalls, daß sich unter besonders günstigen Betriebsverhältnissen, bei sehr heißem Ofengang, auch im Siemens-Martin-Ofen Silizium-Baustahl herstellen läßt, doch bezweifle ich, daß dies ohne weiteres verallgemeinert werden kann. Soweit man aus den bisherigen Ergebnissen ersehen kann, ist die Treffsicherheit in der Ausbringung unvergleichlich größer

[1]) St. u. E. 47 (1927) S. 446/8.

[2]) Centralblatt der Hütten und Walzwerke 30 (1926) S. 411/4, 425/7, 437/40 u. 455/9.

Zahlentafel 1. Zusammenstellung der Versuchsergebnisse mit Silizium-Baustahl aus dem Gröditzer 10-t-Boßhardt-Ofen der Mitteldeutschen Stahlwerke.

Nr.	Analyse					Untere Werte der Zerreißversuche					Profil	Kaltbiegeprobe	Bemerkungen
	C	Si	Mn	P	S	σ_s	σ_B	δ	ψ	$\frac{\sigma_s \cdot 100}{\sigma_B}$			
	%	%	%	%	%	kg/mm²	kg/mm²	%	%				
1	0,11	1,06	0,43	0,048	0,040	44,3	53,9	20,0	49,9	82,4	Blech 6 mm	gut	Querprobe
2	0,13	0,93	0,36	0,048	0,044	36,1	52,2	23,8	54,0	68,7	∢ 80 · 80 · 8	Stauchprobe: unbrauchbar	Randblasen mit Schlakkeneinschlüssen
3	0,09	0,88	0,47	0,05	0,032	35,0	48,8	23,0	64,1	71,0	∢ 80 · 80 · 8	gut	
4	0,13	0,88	0,53	0,052	0,034	40,2	53,1	22,2	44,0	75,5	⌀ 16	gut	
5	0,13	0,75	0,69	0,018	0,036	43,8	60,9	23,3	56,7	72,0	∢ 60 · 60 · 6	Stauchprobe: unbrauchbar	Randblasen mit Schlakkeneinschlüssen
6	0,13	0,63	0,62	0,06	0,028	38,8	52,4	25,4	55,7	73,0	∢ 60 · 60 · 5	gut	
7	0,12	1,05	0,50	0,028	0,048	39,6	52,0	26,6	61,5	75,4	∢ 60 · 60 · 6	gut	
8	0,13	1,03	0,50	0,046	0,046	37,9	53,9	24,0	51,8	70,4	Flach 60 · 6,5	gut	
9	0,10	0,91	0,60	0,029	0,060	40,4	52,7	26,4	57,5	76,7	Flach 60 · 6,5	gut	
10	0,12	1,0	0,53	0,048	0,030	41,3	54,6	26,2	61,8	75,1	∢ 60 · 60 · 6	gut	
11	0,13	0,93	0,50	0,047	0,044	38,1	50,9	26,0	62,7	73,5	∢ 60 · 60 · 6	gut	
12	0,13	0,89	0,50	0,029	0,032	38,6	51,6	26,2	59,2	74,2	∢ 60 · 60 · 6	gut	
13	0,10	0,94	0,56	0,056	0,044	38,6	51,6	27,2	44,6	74,6	⌀ 22	Stauchprobe: unbrauchbar	Materialfehler
14	0,13	0,72	0,50	0,047	0,024	36,7	50,0	26,8	51,0	73,5	⌀ 20	,,	Walzfehler
15	0,13	0,78	0,62	0,056	0,026	38,2	52,4	25,2	50,2	73,3	⌀ 22	,,	,,
16	0,11	1,06	0,56	0,051	0,032	38,7	52,0	25,0	51,5	74,4	⌀ 20	,,	,,
17	0,14	1,04	0,59	0,055	0,032	38,0	51,3	24,5	58,6	70,8	Flach 55 · 10	gut	
18	0,11	0,89	0,62	0,053	0,028	38,2	52,0	27,5	50,0	73,5	⌀ 22	gut	
19	0,13	1,10	0,53	0,042	0,038	38,2	54,1	22,5	57,6	70,0	Flach 160 · 10	gut	
20	0,13	0,93	0,62	0,050	0,036	44,1	57,8	20,3	58,0	75,5	Flach 160 · 10	gut	

beim Boßhardt-Ofen oder Elektro-Ofen als beim gewöhnlichen Siemens-Martin-Ofen, was nach den oben angeführten Gründen auch ohne weiteres verständlich sein dürfte. Es ist somit die Treffsicherheit allein maßgebend für die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung. Es wäre zu wünschen gewesen, wenn Meiser diesbezügliche Zahlen mitgeteilt hätte.

Auffallend ist die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der angeführten Werte im Vergleich zu denen im Boßhardt-Ofen erzeugten. Sowohl der Kohlenstoff- als auch der Mangangehalt sind viel zu hoch und nicht den Voraussetzungen eines Silizium-Baustahles entsprechend. Der Kohlenstoffgehalt soll so niedrig wie möglich gehalten werden. Es scheint, daß die Dortmunder Union den Kohlenstoff- und Mangangehalt deshalb so hoch wählen mußte, um den vorgeschriebenen Mindestwert der Streckgrenze mit 36 kg/mm² zu erreichen. Das im Boßhardt-Ofen erzeugte Material gibt die Werte aber bei niedrigerem Kohlenstoff- und Mangangehalt. Der im Boßhardt-Ofen erschmolzene Silizium-Baustahl ergibt im Durchschnitt

0,1 —0,13 % C
1,0 —0,8 % Si
0,40—0,60 % Mn
etwa 0,05 % P und S.

Es soll aus verschiedenen Gründen, insbesondere guter Schweißbarkeit und leichter Bearbeitbarkeit, auf möglichst niedrigen Kohlenstoffgehalt Wert gelegt werden. Der hohe Mangangehalt von etwa 1%, der den Stahl unnötigerweise verteuert, deutet auf größeren Rotbruch bei im normalen Siemens-Martin-Ofen erzeugtem Silizium-Baustahl hin. Der im Boßhardt-Ofen erzeugte Silizium-Baustahl ist praktisch rotbruchfrei, und ein Manganzusatz erfolgt nur aus Sicherheitsgründen. Eine Reihe von 10 Siliziumstahl-Schmelzungen wurde ohne einen Zusatz von Ferromangan fertiggemacht. Insbesondere aber halte ich den höheren Kohlenstoffgehalt in bezug auf die Schweißbarkeit, auf die bei Silizium-Baustahl besonders zu achten ist, vor allem für schädlich. Neueste Untersuchungen der Zerreißfestigkeiten von Schweißproben von Silizium-Baustahl aus dem Boßhardt-Ofen ergaben in Prozent der ursprünglichen Festigkeit, daß dieselbe bei Feuerschweißung noch 64% und bei elektrischer Stumpfschweißung 91% der ursprünglichen Festigkeit betragen, haben also besonders gut zu verzeichnende Werte ergeben.

Auffallend in Meisers Veröffentlichung sind die Unterschiede in den Festigkeitswerten zwischen Vorproben und amtlichen Abnahmeproben. Die bessere Desoxydation in einem Boßhardt- oder Elektro-Ofen läßt erwarten, daß die Alterungserscheinungen, welche von Desoxydationsvorgängen weitgehend beeinflußt werden, weniger in Erscheinung treten dürften, wie durchgeführte Vorversuche dies gezeigt haben. Daß Meiser bei Hinweis auf die Ergebnisse der verschiedenen Prüfstellen die von mir veröffentlichten, sehr eingehenden Untersuchungsergebnisse der Materialprüfanstalt der Dresdener Hochschule sowie die Arbeiten von Schwinning und Gehler nicht berücksichtigt, sei nur nebenbei erwähnt.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß nach dem noch sehr viel Vergleichsuntersuchungen anzustellen sind, insbesondere was die Treffsicherheit betrifft, bevor überhaupt die Behauptung aufgestellt werden kann, daß im normalen Siemens-Martin-Ofen hergestellter Silizium-Baustahl in jeder, auch wirtschaftlichen Beziehung mit dem im Boßhardt- und Elektro-Ofen hergestellten Silizium-Baustahl gleichwertig ist, um so mehr, als von demselben Werke bei Verhandlungen über eingegangene Lieferungsverpflichtungen durch deren Vertreter in öffentlicher Sitzung die Erklärung abgegeben wurde, daß bei Silizium-Baustahl, der im normalen Siemens-Martin-

Ofen erzeugt wurde, sich bis 60 % Ausschuß ergeben haben.

Berlin, im März 1927.

Dipl.-Ing. *K. von Kerpely.*

* * *

Zu den Ausführungen von Dipl.-Ing. von Kerpely möchte ich folgendes bemerken:

Dipl.-Ing. von Kerpely behauptet, daß die Ergebnisse der von ihm angeführten zwanzig Schmelzungen aus dem 10-t-Boßhardt-Ofen in Gröditz viel gleichmäßigere und höhere Werte für das Verhältnis von Streckgrenze zu Zugfestigkeit aufweisen als die von mir an Schmelzungen aus dem Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart gefundenen Werte, und will damit die größere Zuverlässigkeit des Erzeugungsverfahrens im Boßhardt-Ofen beweisen. Tatsächlich sind aber die von ihm angeführten Werte weder gleichmäßiger noch höher, wie aus der vergleichenden Zusammenstellung in Zahlentafel 2 mit aller Deutlichkeit hervorgeht.

In dieser Zusammenstellung sind die aus Zahlentafel 3 (Abnahmeproben) und Zahlentafel 5 meines Aufsatzes sowie aus Zahlentafel 1 der Zuschrift von Dipl.-Ing. von Kerpely zu entnehmenden Höchst- bzw. Niedrigstwerte der Festigkeitseigenschaften der im 80- und 17-t-Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart bzw. im 10-t-Boßhardt-Ofen hergestellten Schmelzungen zum Vergleich einander gegenübergestellt und hieraus die für die einzelnen Festigkeitseigenschaften sich ergebenden größten Abweichungen errechnet. Die Unterschiede zwischen den gefundenen höchsten bzw. niedrigsten Werten betragen:

für die Streckgrenze bei den Schmelzungen aus dem Boßhardt-Ofen 9,3 kg/mm² gegenüber 5,0 bzw. 6,1 kg/mm² bei den Schmelzungen aus dem üblichen Siemens-Martin-Ofen,

für die Zugfestigkeit des Stahles aus dem Boßhardt-Ofen 12,1 kg/mm² gegenüber 7,0 bzw. 5,1 kg/mm²,

für die Dehnung des Stahles aus dem Boßhardt-Ofen 7,5 % gegenüber 4,0 bzw. 5,0 %,

für das Verhältnis von Streckgrenze zu Zugfestigkeit des Stahles aus dem Boßhardt-Ofen 13,7 % gegenüber 10,0 bzw. 7,8 %.

In der gleichen Zahlentafel sind ferner die Mittelwerte der Festigkeitseigenschaften sämtlicher untersuchten Schmelzungen aus den drei Oefen zusammengestellt. Ein Vergleich der Festigkeitswerte zeigt eine erstaunlich gute Uebereinstimmung.

Wie Dipl.-Ing. von Kerpely auf Grund der vorliegenden Zahlen von gleichmäßigeren und höheren Werten des im Boßhardt-Ofen erschmolzenen Stahles sprechen und hierin einen Beweis für die größere Zuverlässigkeit des Stahlerzeugungsverfahrens in diesem Ofen erblicken kann, ist unerfindlich. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß sämtliche Proben der von Dipl.-Ing. von Kerpely angeführten Schmelzungen aus kleinen Walzprofilen stammen, die also eine sehr weitgehende Durcharbeitung erfahren haben, wohingegen aus den von mir angeführten Schmelzungen durchweg dickere Walzprofile, vor allem breite und starke Universaleisen, hergestellt wurden.

Weiter bemängelt Dipl.-Ing. von Kerpely die Unterschiede in den Festigkeitswerten zwischen den Vorproben und den amtlichen Abnahmeproben. Die Unterschiede sind ohne weiteres verständlich, da die Vorproben nicht denselben Walzstäben entnommen wurden, aus denen später die amtlichen Proben herausgearbeitet worden sind. Ein Vergleich der Mittelwerte der Vor- und Abnahmeproben führt zu einem Trugschluß, weil in den einzelnen Gruppen ganz verschiedene Walzprofile aufgeführt sind. In den Vorproben fehlen z. B. die Universaleisen und Formeisen ganz, wohingegen bei den Abnahmeproben die Winkel 65 × 65 nicht aufgeführt sind. Ein solcher Vergleich ist daher vollkommen unzulässig.

Sämtliche sowohl für den Brückenauftrag als auch für den Eisenbahnwagenbau vorgesehene Siliziumstahlschmelzungen haben die vorgeschriebenen Festigkeitswerte nicht nur erreicht, sondern erheblich überschritten. Auch nicht eine einzige Schmelzung ergab Fehlergebnisse. Von einer geringeren Treffsicherheit kann also keine Rede sein.

Die Zuschrift von Dipl.-Ing. von Kerpely bemängelt weiterhin die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der von mir wiedergegebenen Schmelzungen und derjenigen aus dem Boßhardt-Ofen. Hierzu möchte ich bemerken, daß der Kohlenstoffgehalt mit Rücksicht auf verschiedene sehr große Walzquerschnitte absichtlich höher gehalten werden mußte, desgleichen der Mangangehalt. Auch der Siliziumstahl aus dem Boßhardt-Ofen wird für größere Querschnitte unbedingt höhere Kohlenstoff- und Mangangehalte aufweisen müssen, wenn die vorgeschriebenen Werte hinsichtlich Streckgrenze und Zugfestigkeit erreicht werden sollen. Die von Dipl.-Ing. von Kerpely bekanntgegebenen Festigkeitswerte beweisen, daß selbst bei den kleinen, gut durchgearbeiteten Querschnitten die vorgeschriebene

Zahlentafel 2. Festigkeitseigenschaften von Silizium-Baustahl aus dem Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart und dem Boßhardt-Ofen.

Eigenschaft	Grenzwerte			Größte Unterschiede			Mittelwerte		
	80-t-Siemens-Martin-Ofen	17-t-Siemens-Martin-Ofen	10-t-Boßhardt-Ofen	80-t-Siemens-Martin-Ofen	17-t-Siemens-Martin-Ofen	10-t-Boßh.-Ofen	80-t-Siemens-Martin-Ofen	17-t-Siemens-Martin-Ofen	10-t-Boßh.-Ofen
Streckgrenze kg/mm²	37,0—42,0	37,1—43,2	35,0—44,3	5,0	6,1	9,3	39,6	39,7	39,2
Zugfestigkeit „	51,0—58,0	51,3—56,4	48,8—60,9	7,0	5,1	12,1	54,5	54,7	52,9
$\frac{\text{Streckgrenze}}{\text{Zugfestigkeit}} \cdot 100$ %	67,8—77,8	68,8—76,6	68,7—82,4	10,0	7,8	13,7	72,6	72,7	73,7
Dehnung . . . . . %	23,0—27,0	22,0—27,0	20,0—27,5	4,0	5,0	7,5	24,9	24,2	24,6

Streckgrenze in einigen Fällen nur eben überschritten und in einem Falle sogar nicht einmal erreicht wurde. Es dürfte ein großer Irrtum sein, wenn Dipl.-Ing. von Kerpely glaubt, bei an sich gleicher chemischer Zusammensetzung aus dem Boßhardt-Ofen Stahl mit höheren physikalischen Werten erzielen zu können als aus dem Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart.

Angaben über Schweißversuche waren in meiner Veröffentlichung nicht angeführt, weil solche Proben damals noch nicht vorlagen. Vor kurzem hier ausgeführte Zerreißproben an im Feuer geschweißten Rundstäben ergaben eine durchschnittliche Festigkeit von 90 % des ursprünglichen Wertes. Auch hier kann von einer Ueberlegenheit des Stahles aus dem Boßhardt-Ofen nicht gesprochen werden.

Recht unverständlich sind die Ausführungen von Dipl.-Ing. von Kerpely über die Einschlüsse und deren Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften. Als die Metallographie noch in den Kinderschuhen steckte, pflegten noch nicht über größere Erfahrungen verfügende Metallographen bei ihren Arbeiten mit besonderer Vorliebe auf Einschlüsse ihr Augenmerk zu richten und aus deren Auftreten meist übertriebene Schlußfolgerungen auf die Eigenschaften des Stahles zu ziehen. Heutigen Tages ist man in Fachkreisen in der Beurteilung der Wirkung von Schlackeneinschlüssen wesentlich vorsichtiger geworden. Wenn Dipl.-Ing. von Kerpely sagt, daß im Boßhardt-Ofen erschmolzener Siliziumstahl weniger Einschlüsse aufweise als im üblichen Siemens-Martin-Ofen hergestellter Siliziumstahl, so ist diese Behauptung durch nichts erwiesen. Der als Beweis von ihm angeführte Längsschliff eines Flacheisens aus im Boßhardt-Ofen erschmolzenem Siliziumstahl mit 0,94 % Si spricht eher für das Gegenteil, denn bei den in der Versuchsanstalt der Dortmunder Union untersuchten Proben von im Siemens-Martin-Ofen hergestelltem Siliziumstahl konnten auch nicht entfernt so viel nichtmetallische Verunreinigungen festgestellt werden wie bei der von Dipl.-Ing. von Kerpely zum Vergleich herangezogenen Siliziumstahlprobe aus dem Boßhardt-Ofen.

Vollkommen unbewiesen ist auch die Behauptung, daß im Boßhardt-Ofen höhere Temperaturen erreicht wurden als im normalen Siemens-Martin-Ofen. Gelegentlich der im Januar 1926 vorgenommenen Schmelzversuche im Boßhardt-Ofen der Freund-A.-G. in Berlin sind von dem den Schmelzversuchen beiwohnenden Vertreter der Dortmunder Union auch Temperaturmessungen vorgenommen worden. Mit demselben Meßinstrument und unter den gleichen Bedingungen sind dann kurze Zeit später die Temperaturen in einem mit Mischgas beheizten Siemens-Martin-Ofen der Dortmunder Union gemessen worden. Ein Vergleich der gefundenen Werte ergab, daß im Boßhardt-Ofen keine höheren Temperaturen herrschen als in anderen Siemens-Martin-Oefen. Auf die reichlich unklaren metallurgischen Betrachtungen, die Dipl.-Ing. von Kerpely an die angeblich höhere Badtemperatur des Boßhardt-Ofens anknüpft, näher einzugehen, erübrigt sich daher.

Was die Bemerkung am Schluß der Zuschrift betrifft, so kann ich feststellen, daß von uns in öffentlicher Sitzung nie eine Erklärung über eingegangene Lieferungsverpflichtungen abgegeben worden ist. Dipl.-Ing. von Kerpely ist hier wohl einem Mißverständnis zum Opfer gefallen, da er an den Verhandlungen über die Lieferung von Silizium-Baustahl niemals teilgenommen hat.

Abschließend läßt sich daher folgendes sagen: Wenn ich aus den in meinem Aufsatz mitgeteilten Ergebnissen von Festigkeitsprüfungen an Siliziumstahl aus dem Siemens-Martin-Ofen die Schlußfolgerung gezogen hatte, daß das im Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart hergestellte Erzeugnis allen Anforderungen, die an Siliziumstahl gestellt werden, entspricht, so können auf Grund der von Dipl.-Ing. von Kerpely bekanntgegebenen Festigkeitswerte von im Boßhardt-Ofen erschmolzenem Silizium-Baustahl diese Schlußfolgerungen jetzt dahin erweitert werden, daß der im üblichen Siemens-Martin-Ofen hergestellte Siliziumstahl dem im Boßhardt-Ofen erschmolzenen Erzeugnis in keiner Weise nachsteht.

Dortmund, im März 1927.

Dipl.-Ing. J. Meiser.

* * *

In Ergänzung meiner obigen Ausführungen, die ich vollinhaltlich und ohne Kürzung aufrecht erhalte, habe ich noch gegen die Betrachtungen von Dipl.-Ing. Meiser folgendes zu bemerken:

1. Bei den in meinen Zahlentafeln angegebenen Schmelzungen handelt es sich um die ersten zwanzig Siliziumstahl-Schmelzungen aus dem 10-t-Boßhardt-Ofen in Gröditz, und ich bemerkte ausdrücklich, daß ich absichtlich die niedrigsten erzielten Werte anführte, um in aller Deutlichkeit die Hochwertigkeit des in diesem Ofen erzeugten Silizium-Baustahles hervorzuheben. Die aus den genannten Schmelzungen sich ergebenden Durchschnittswerte waren nämlich für:

Streckgrenze	41,8 kg/mm²
Zerreißfestigkeit	54,2 kg/mm²
Verhältnis $\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$	76,4 %
Dehnung	26,8 %
Einschnürung	58,2 %,

also höher als die von Meiser angeführten Werte. Da es sich um verschiedene Profile unter verschiedenen Walzbedingungen handelt, ist ein Vergleich bei Errechnung der Abweichungen, wie dies Meiser anführen will, kaum möglich; übrigens widerspricht sich Meiser hier selbst, da er in seiner Erwiderung weiter unten bemerkt: „Ein Vergleich der Mittelwerte der Vor- und Abnahmeproben führt zu einem Trugschluß, weil in den einzelnen Gruppen ganz verschiedene Walzprofile angeführt sind."

2. Es ist jedenfalls vollständig unrichtig, zu behaupten, daß die von mir genannten 800-kg-Rohblöcke eine bessere Durcharbeitung erfahren haben als die 4000-kg-Blöcke von der Dortmunder Union. Hier steht ein Blockgewicht von 800 kg einem solchen von 4000 kg gegenüber, also Blöcke mit rd. 300 mm Quadrat gegenüber Blöcken von

600 mm Quadrat Querschnitt. Dies ergibt eine vier- und mehrfache Querschnittsabnahme bei dem bei der Dortmunder Union gewalzten Profil gegenüber ähnlichen Querschnitten beim Boßhardtofen-Material, so daß ich die in meinem obigen Schriftwechsel im Zusammenhang mit diesen Gründen aufgestellten Behauptungen auch weiterhin aufrecht erhalte. (Bei der Dortmunder Union wird z. B. ein 4-t-Block heruntergewalzt von rd. 600 mm Quadrat auf 800 × 12 mm Universaleisen = 36fache Querschnittsabnahme; ein 800-kg-Block aus Boßhardtofen-Material von rd. 300 mm Quadrat wird heruntergewalzt auf 160 × 10 mm; es ist dies nicht ganz sechsfache Querschnittsabnahme. Hier ist die Durcharbeitung des Fertigmaterials bei der Dortmunder Union sechsmal so groß wie bei dem Boßhardtofen-Material.) Es liegt also, um gleichmäßige Werte zu erzielen, kein Grund vor, mit Kohlenstoff und Mangan höher zu gehen. Ich empfehle es jedenfalls nicht, Kohlenstoff- und Mangangehalt zu erhöhen, um gewisse Eigenschaften des Baustahles nicht in ungünstigem Sinne zu beeinflussen (Einschnürung, Kerbzähigkeit, Schweißbarkeit und im Zusammenhang damit die Beanspruchung an Knotenstellen des Bauwerkes).

3. Ich glaube, es wird sich wohl kein ernster Stahlfachmann oder Metallurge finden, der die Ansichten Meisers teilt, wonach Einschlüsse usw. im Stahl sowie Temperatur auf die Qualität wenig Einfluß ausüben, was Meiser damit sagt, wenn er der Anschauung ist, daß man heute in Fachkreisen in der Beurteilung der Wirkung von Schlackeneinschlüssen wesentlich vorsichtiger geworden ist als zu jener Zeit, da die Metallographie noch in den Kinderschuhen steckte. Dipl.-Ing. Meiser scheint zu übersehen, daß gerade die Bekämpfung der verschiedenen Einschlüsse, insbesondere der fein verteilten Desoxydationsprodukte, heute in dem Vordergrund steht; denn Forschung wie auch Praxis sind eifrigst bestrebt, diese wichtigsten Fragen zu lösen. Daß auch die Höhe der Temperatur hierbei eine sehr große Rolle spielt, ist ja allgemein bekannt; ich habe hierzu bereits an anderer Stelle ausführlich Stellung genommen[1]). Daß während der Desoxydation, um den im Bade schwimmenden Teilchen leichter die Möglichkeit zu bieten, an die Oberfläche zu gelangen oder sich unter einer hochwirksamen reaktionsfähigen Schlacke zusammenballen zu können, sehr hohe Badtemperaturen anzustreben sind, hat auch in der Praxis Bestätigung gefunden. Gerade die Temperatur bei der Schmelzführung während der Desoxydation und die Art der Durchführung derselben ist es, die es mir und Dipl.-Ing. H. Pohl ermöglicht, weitestgehende Qualitätsverbesserungen in der Herstellung insbesondere weicher Stähle zu erzielen, ein Problem, dessen Durchführung nur möglich war in Erkenntnis der Wichtigkeit der Erforschung dieser Faktoren.

Ich fasse nochmals ergänzend zusammen:

1. Die von mir angegebenen Festigkeitswerte waren Mindestwerte eines kohlenstoff- und manganärmeren Materials als das kohlenstoff- und mangan-reiche Material der Dortmunder Union.
2. Die Durcharbeitung des Materials der Dortmunder Union betrug ein Vielfaches gegenüber den kleinen Blöcken aus dem 10-t-Boßhardt-Ofen.
3. Der richtige metallurgische Verlauf ist eine Vorbedingung für beide obigen Punkte.

Damit betrachte ich die Ausführungen an dieser Stelle über das bisher vorliegende Material als abgeschlossen und überlasse es dem Leser, sich auf Grund meiner und Meisers Ausführungen ein Urteil zu bilden, nach welchem Verfahren beim Schmelzen von Silizium-Baustahl in dem normalen Siemens-Martin-Ofen oder in dem Boßhardt-Ofen oder in dem Elektroofen bei gleicher chemischer Zusammensetzung und gleicher Querschnittsabnahme im Walzwerk sich qualitativ bessere Werte erzielen lassen.

Berlin, im Mai 1927.

Dipl.-Ing. *K. von Kerpely.*

* * *

Es berührt eigenartig, wenn Dipl.-Ing. von Kerpely angesichts der ihm entgegengehaltenen Zahlenunterlagen, die zudem seinen eigenen Angaben entnommen sind, seine Behauptungen „vollinhaltlich und ohne Kürzung aufrecht erhalten" will. Auch die neuerdings gebrachten „Ergänzungen" sind in keiner Weise geeignet, auch nur die geringste Stütze für seine Behauptung zu bieten, daß der im Boßhardt-Ofen erschmolzene Silizium-Baustahl dem im Siemens-Martin-Ofen üblicher Bauart hergestellten Erzeugnis überlegen sei.

1. Daß ein Vergleich der von Dipl.-Ing. von Kerpely angegebenen Festigkeitswerte und der von mir angeführten Zahlen wegen der verschiedenartigen Walzprofile nur bedingt zulässig ist, wird nicht bestritten. Da die Walzprofile, an denen Dipl.-Ing. von Kerpely seine Festigkeitsuntersuchungen vorgenommen hat, durchweg viel kleiner sind und außerdem eine wesentlich stärkere Durcharbeitung erfahren haben als die auf der Dortmunder Union bzw. dem rheinischen Werk gewalzten und geprüften Profile, so müßte ein Vergleich der Festigkeitswerte — gleiche physikalische Beschaffenheit vorausgesetzt — zugunsten des Gröditzer Stahles aus dem Boßhardt-Ofen ausfallen. Daß dies in Wirklichkeit jedoch nicht der Fall ist, sondern daß, wie ein Blick auf Zahlentafel 2 erkennen läßt, praktisch völlige Uebereinstimmung in den Mittelwerten der Festigkeitseigenschaften herrscht, beweist daher, daß der bei der Dortmunder Union bzw. dem rheinischen Werk erschmolzene Silizium-Baustahl dem in Gröditz im Boßhardt-Ofen hergestellten Erzeugnis zum mindesten nicht nachsteht. Es ist sehr schade, daß Dipl.-Ing. von Kerpely erst auf Grund meiner Erwiderung sich veranlaßt sieht, die sich bei den Schmelzungen aus dem Boßhardt-Ofen ergebenden Durchschnittswerte bekanntzugeben; richtiger wäre es gewesen, wenn er neben den mitgeteilten niedrigsten Werten, wie auch von mir geschehen, die gefundenen höchsten Werte angegeben hätte. Aber auch aus den niedrigsten und Durchschnittswerten

[1]) Vgl. Gieß.-Zg. 24 (1927) S. 98/101.

geht eindeutig hervor, daß von einer angeblich größeren Treffsicherheit beim Boßhardt-Ofen nicht die geringste Rede sein kann.

2. Sehr peinliche Fehler sind Dipl.-Ing. von Kerpely bei der Berechnung des Maßes der Durcharbeitung, welche die Walzprofile der Gröditzer Schmelzungen erfahren haben, unterlaufen. Er rechnet z. B. aus, daß beim Walzen des Universaleisens 800 × 12 mm der Dortmunder Union aus einem Block von 600 mm Quadrat eine 36fache Querschnittsabnahme erfolgt ist. (Nebenbei sei erwähnt, daß die Zahl in Wirklichkeit sich zu 37,5 errechnen würde.) Wie Dipl.-Ing. von Kerpely bei dem aus dem Gröditzer Stahl gewalzten Profil 160 × 10 mm aus einem Block von 300 mm Quadrat eine „nicht ganz 6fache Querschnittsabnahme" herausrechnet, bleibt sein Geheimnis, denn die Querschnittsabnahme beträgt das 56,3fache $\left(\frac{300 \times 300}{160 \times 10}\right)$. Ganz entgangen scheint Dipl.-Ing. von Kerpely auch zu sein, daß aus einem Quadratblock von 600 × 600 mm niemals ein Profil 800 × 12 mm gewalzt werden kann; die Rohblock-Abmessungen sind hierfür 840 × 220 mm. Die Querschnittsverminderung ist also wesentlich kleiner; sie beträgt nur das 19,25fache. Die Durcharbeitung bei den Blöcken aus dem Boßhardt-Ofen ist demnach wesentlich größer gewesen als bei den Blöcken der Dortmunder Union (56,3 gegenüber 19,25). Der Unterschied in der Durcharbeitung in beiden Fällen kommt noch weitaus deutlicher zum Ausdruck, wenn man nicht, wie das Dipl.-Ing. von Kerpely tut, ausgerechnet dasjenige Profil der Boßhardt-Schmelzungen, das die geringste Durcharbeitung erfahren hat, zu diesem Vergleich heranzieht. Dieses größte Walzprofil 160 × 10 mm findet sich nur bei den Schmelzungen Nr. 19 und 20, während alle übrigen 18 Schmelzungen zu weitaus kleineren Walzprofilen verarbeitet worden sind. Für die vier Gröditzer Schmelzungen Nr. 13 bis 16 und 18 beispielsweise, die zu Rundeisen von 20 und 22 mm Durchmesser ausgewalzt wurden, ergibt sich bei dem gleichen Ausgangsquerschnitt eine Durcharbeitung von der 236- bis 286fachen Querschnittsverminderung und für die Schmelzung Nr. 4, die auf Rundeisen von 16 mm Durchmesser verarbeitet wurde, sogar eine rd. 450fache Querschnittsabnahme. Die von Dipl.-Ing. von Kerpely aus seinen fehlerhaft errechneten Zahlen gezogenen Schlußfolgerungen beweisen also gerade das Gegenteil.

3. Daß ich die Ansicht geäußert haben soll, daß „Einschlüsse usw. im Stahl sowie Temperatur auf die Qualität wenig Einfluß ausüben", ist eine Unterstellung, zu der keine Zeile in meiner Erwiderung Veranlassung gibt, und die ich daher scharf zurückweisen muß. Ich habe darauf hingewiesen, daß man sehr vorsichtig sein müsse, aus den im Schliffbild beobachteten Einschlüssen übertriebene Schlußfolgerungen hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften zu ziehen, wie das von wenig geschulten Metallographen zuweilen geschieht. Dies trifft namentlich bei dem von Dipl.-Ing. von Kerpely wiedergegebenen Schliffbild (Abb. 1) zu, das sehr reichliche nichtmetallische Verunreinigungen in einem Flacheisen aus dem Boßhardt-Ofen erkennen läßt; jeder wissenschaftlich geschulte Fachmann würde sich hüten, aus einem einzelnen derartigen Bild allgemein auf die Beschaffenheit der Schmelzungen aus dem Boßhardt-Ofen zu schließen.

Die Ausführungen von Dipl.-Ing. von Kerpely über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Ausscheidung von Desoxydationsprodukten sind für jeden Stahlwerker Selbstverständlichkeiten. Da Temperaturmessungen mit demselben Meßinstrument und unter den gleichen Bedingungen keine höheren Wärmegrade für den Boßhardt-Ofen ergeben haben als für andere Siemens-Martin-Oefen, worauf ich schon in meiner ersten Erwiderung hingewiesen habe, so fehlt jeder Anhaltspunkt dafür, daß sich im Boßhardt-Ofen besondere metallurgische Reaktionen abspielen sollen. Die praktischen Schmelzungsergebnisse sprechen jedenfalls nicht dafür.

Zusammenfassend kann ich demnach feststellen, daß auch die von Dipl.-Ing. von Kerpely in seiner zweiten Zuschrift gemachten Angaben die Richtigkeit meiner Schlußfolgerung bestätigen, daß der in Siemens-Martin-Oefen üblicher Bauart erschmolzene Silizium-Baustahl dem aus dem Boßhardt-Ofen in keiner Weise nachsteht.

Dortmund, im Mai 1927.

Dipl.-Ing. *J. Meiser.*

Die Wirkungsweise des Flußspats als Kuppelofen-Zuschlag in der Eisengießerei.

Zu dem unter obiger Ueberschrift erschienenen Aufsatz[1]) will ich Stellung nehmen, weil er dazu geeignet ist, der inzwischen eingebürgerten Verwendung von Flußspat im Kuppelofen Abbruch zu tun, was ich auf Grund meiner Kenntnis auf diesem Gebiete bedauern würde.

Die Verfasser sind aus zweifacher Ursache zu einem Trugschluß gelangt — einmal, weil sie den Entschwefelungsvorgang im Kuppelofen nicht richtig deuten, und weil sie bei ihren Versuchen den Flußspat in unrichtiger Weise angewendet haben. Es mußte nicht nur der Erfolg ausbleiben, sondern Schaden entstehen.

Es ist auch kein Zufall, daß in der Gießerei von Stotz die Zugabe von Flußspat eine Verminderung des Schwefelgehaltes im Gußeisen gegenüber den Schmelzen mit Kalkstein ergeben hat. Im Gegensatz hierzu scheint in Mettingen der Flußspat nicht richtig angewendet zu sein, was aus den Schaubildern S. 131 hervorgeht, wenn auch bei einem Verhältnis von ein Drittel Flußspat und zwei Drittel Kalkstein eine gute Entschwefelung besteht, und diese erst schlecht wird, wenn man größere Anteile von Flußspat setzt.

Die von den Verfassern bekämpfte Anschauung, daß Flußspat ein Entschwefelungsmittel sei, wird ja im Schrifttum gar nicht vertreten; auch die Werbeanzeige der Flußspatverkaufsvereinigung spricht nur

[1]) St. u. E. 47 (1927) S. 128/33.

von einem sekundären Entschwefelungsmittel, was schließlich auch vom Kalkstein gilt.

Unmittelbar ist der Flußspat nicht oder nur zu einem ganz geringen Teile an der Entschwefelung beteiligt, und zwar nur insofern, als vielleicht oder wahrscheinlich gasförmige Fluorschwefelverbindungen aus der Gicht entweichen. Für die geringe unmittelbare Wirkung spricht auch die Tatsache, daß man auch ohne Flußspat eine gute Entschwefelung erreichen kann.

Mittelbar ist Flußspat an der Entschwefelung insofern beteiligt, als er auf eine dünnflüssige Schlacke hinwirkt, die erfahrungsgemäß unerläßlich ist, wenn man auf eine gute Entschwefelung Wert legt. Aber sie kann auch ohne Zuhilfenahme von Flußspat erzielt werden.

In diesem Sinne habe ich in meinem Gießereilehrbuch gesagt: „Ein Flußspatzusatz wird mit Erfolg angewendet, um eine dünnflüssige Schlacke zu erzielen und dadurch die Entschwefelung zu verbessern.“ Wenn man diesen Satz im Zusammenhange liest, so wird man finden, daß ich bei der Erörterung der Entschwefelungsfrage von dem richtig bemessenen Kalkzuschlag ausgegangen bin, ohne zu behaupten, daß Flußspat unerläßlich zur Entschwefelung sei.

Wer mit gutem Kalkstein zuverlässig arbeitet, braucht keinen Flußspat zu setzen; es sei denn, daß er wirtschaftlichen Vorteil dadurch hat, daß er die Gesamtmenge des Zuschlages auf zwei Drittel der normalen Gewichtsmenge und mit ihr die Schlackenmenge und die Koksmenge vermindert und Störungen beim Niedergang der Beschickung und beim Abstechen der Schlacke vermeidet.

Aber auch wenn in diesem Falle die Frage wirtschaftlich nicht unmittelbar zugunsten des Flußspats liegt, wird in gut geleiteten Gießereien Flußspat als Vorbeugungsmittel gegen Störungen angewendet, weil sich diese oft gar nicht im Zusammenhang mit dem Wechsel der Schmelz- und Ofenbaustoffe voraussehen lassen. Man hat dann auch Gewähr dafür, daß der Schwefelgehalt nicht unliebsame Ueberraschungen bereitet, und daß das Abführen der Schlacke regelrecht und leicht vor sich geht.

Die Maßgabe, den Zuschlagkalkstein nur zum Teil durch Flußspat (meist ein Drittel) zu ersetzen, ist nicht neu. Sie ist mehrfach im Schrifttum[2]) genannt und erst neuerdings wieder von Zerzog[3]) erwähnt zusammen mit Tatsachen, welche die Verwendung des Flußspats günstig erscheinen lassen.

Ebensolche Angaben werden in den Werbeschriften der Flußspatverkaufsvereinigung in Erfurt gemacht, die doch eigentlich Wert darauf legen müßte, daß größere Anteilmengen angewendet werden. Setzt man zuviel Flußspat, so wird seine Wirkung in das Entgegengesetzte verkehrt, genau so wie bei Verwendung von zuviel Kalkstein.

[2]) Osann: Gieß.-Zg. 19 (1922) S. 254; Lehrbuch der Eisen- und Stahlgießerei, 5. Aufl. (Leipzig: Wilhelm Engelmann 1922.)

[3]) Gieß.-Zg. 23 (1926) Nr. 18 u. 19.

Zur Klärung der Entschwefelung im Kuppelofen und der Rolle der dünnflüssigen Schlacke ist festzustellen, daß im Kuppelofengestell die Entschwefelung lediglich im Sinne eines Seigerungsvorgangs stattfindet[4]). Genau in gleicher Weise wie im Roheisenmischer und in einer Transport- oder Gießpfanne bilden sich Schwefelverbindungen, vorwiegend MnS. Diese scheiden sich, dem Unterschiede des spezifischen Gewichts folgend, nach oben aus und nehmen ihren Schwefelgehalt mit in die Schlacke. Dieser Vorgang wird dadurch beleuchtet, daß eine Erhöhung des Mangangehaltes im Einsatz unmittelbar eine Verminderung des Schwefelgehaltes nach sich zieht.

Mangan ist also ein regelrechtes Entschwefelungsmittel. Ohne seine Anwesenheit ist eine Entschwefelung im Roheisenmischer und im Kuppelofengestell unmöglich. Einen anderen Entschwefelungsvorgang hier zu denken ist unmöglich; es sei denn, daß man gasförmige Fluorschwefelverbindungen im Auge hat, von denen oben die Rede war. Die Entstehung von Alkalischwefelverbindungen im Sinne des Walterschen Verfahrens ist nur bei Abwesenheit der Schlacke möglich. Die Bildung von Kalziumsulfid, wie sie im Hochofen und im Elektroofen vor sich geht, ist gleichfalls unmöglich, weil die Schlacke größere Mengen von Eisenoxydul enthält, und dieses etwa entstandenes Kalziumsulfid sogleich in Eisensulfid zurückverwandeln würde nach der Gleichung $CaS + FeO = CaO + FeS$. Die Tatsache, daß man im Elektroofen nur bei weißer, also eisenfreier Schlacke entschwefeln kann, ist hierfür beweiskräftig.

Bei dem oben geschilderten Entschwefelungsvorgang müßte die Zusammensetzung und der Flüssigkeitsgrad der Schlacke eigentlich ganz gleichgültig sein, denn die Ausscheidung von Mangansulfid geschieht nicht auf Grund eines Lösungsvorgangs, wie die Verfasser anzunehmen scheinen, sondern auf Grund des Unterschiedes des spezifischen Gewichtes, also auf rein mechanischer Grundlage.

Die Aufgabe, ein schwefelarmes Eisen aus dem Kuppelofen abzustechen, kann aber nur bei dünnflüssiger Schlacke gelöst werden.

Um hier Klarheit zu schaffen, will ich zwei Hypothesen aufstellen, die sich günstigenfalls zu einem Lehrsatz ausbauen, andernfalls aber zur Herbeischaffung neuer Tatsachen anregen sollen.

Im Kuppelofen handelt es sich um Koksschwefel und Roheisenschwefel. Der erstere wird unter Bildung eines Gemisches von Schwefeldioxyd und Schwefeltrioxyd vergast. Ein Teil dieser gasförmigen Schwefelverbindungen (etwa 70 %) entweicht aus der Gicht, der restliche Teil wird vom Eisen unter Bildung von Eisensulfid zerlegt und erhöht seinen Schwefelgehalt.

Im flüssigen Eisenbad im Gestell setzt der soeben geschilderte Seigerungsvorgang im Zusammenhang mit der Mangansulfidausscheidung ein, dessen Wirkung man nicht zahlenmäßig von vornherein kennzeichnen kann.

Je nach den Umständen hat man bei hohem Schwefelgehalt im Einsatz eine relativ starke Wirkung, genau wie beim Roheisenmischer, bei niedrigem Schwefelgehalt eine geringere. So ist es ein leichtes,

[4]) St. u. E. 28 (1908) S. 1442/50 u. 1497/1505.

einen Schwefelgehalt von 0,20 % auf 0,15 % (— 25 %) zu drücken, aber sehr schwer, ihn von 0,10 auf 0,09 % (— 10 %) zu vermindern. Dies ist auf Grund des Massenwirkungsgesetzes zu erklären. Dazu kommt noch, daß der Dünnflüssigkeitsgrad der Schlacke auch von Bedeutung ist, wobei es sich um einen rein mechanischen Vorgang handelt.

Bekanntlich kommen bei der Entschwefelung im Roheisenmischer Störungen vor, weil der mechanische Anstoß für die Ausseigerung fehlt, wenn der Mischer „tot da liegt". Dieser Anstoß wird durch Erschütterungen gegeben, wie auch beim Transport des flüssigen Eisens auf stoßender Bahn und beim Rüttelvorherd von Dechesne[5]).

Im Kuppelofen fehlen diese äußeren Erschütterungen, aber die Roheisentropfen stürzen aus großer Höhe in das Bad hinein und stoßen es an. Dies geschieht aber nur wirkungsvoll, wenn die Schlacke dünnflüssig genug ist und nicht wegen ihrer Dickflüssigkeit die Fallgeschwindigkeit mindert.

Es ist kennzeichnend, daß eine mit Flußspat erblasene Schlacke bei dem Zerkleinern keine Eisengranalien ergibt. Dies beweist, daß dickflüssige Schlacke einen Teil der Eisentropfen überhaupt nicht hindurchläßt.

Es ist auch die andere Deutung möglich, daß bei schwer schmelzender dickflüssiger Schlacke das Niedersinken der Eisentropfen im Schacht aufgehalten wird. Dadurch gewinnt der Schwefel Zeit, aus den Gasen in diese einzuwandern. Das Roheisen gelangt mit einem höheren Schwefelgehalt in das Gestell, und der Seigerungsvorgang, der ja im Gegensatz zum Roheisenmischer durch Zeitbegrenzung eingeschränkt wird, kann diesen Nachteil nicht oder nur zum Teil ausgleichen. Vielleicht haben beide Deutungen ihre Berechtigung, indem beide Vorgänge nebeneinander hergehen.

Die Tatsache, daß Flußspat in richtiger Menge verwendet eine dünnflüssige Schlacke ergibt, können die Verfasser doch nicht mit Erfolg bestreiten. Ueberall, wo man den Flußspat verwendet hat und verwendet — im Hochofen, im Siemens-Martin-Ofen, im Elektroofen, im Kuppelofen —, hat man diese Tatsache bestätigt gefunden.

Die Tatsache, daß Kuppelofenschlacke, die unter Flußspatzusatz erschmolzen ist, kein Fluor enthält, stimmt mit einer gleichlautenden Angabe beim Hochofen[6]) überein. Flußspat wird durch Kieselsäure zerlegt

$$SiO_2 + 2\,CaF_2 = 2\,CaO + SiF_4,$$

Fluorsilizium ist gasförmig; es entweicht aus der Gicht und zersetzt sich unter Berührung mit dem Wasserdampf der Luft unter Bildung von Flußsäure und Kieselsäure.

Es ist behauptet[7]), daß infolge der Bildung von Flußsäure der Pflanzenwuchs in der Nähe des Kuppelofens stark geschädigt wird. Dies ist möglich, aber es wird schwer zu entscheiden sein, wieweit dabei die Schwefelsäure beteiligt ist, die sich ebenfalls aus den Gichtgasen bildet. Immerhin ist Vorsicht geboten und auch aus diesem Grunde ein übermäßiger Anteil von Flußspat auszuschließen.

Ueber die Art und Weise, wie die Dünnflüssigkeit infolge der Flußspatzugabe erfolgt, läßt sich nichts mit Sicherheit sagen. Man ist lediglich auf den Versuch und die Erfahrung im Betriebe angewiesen. Wie bei allen Sinterungs- und Verschlackungsvorgängen handelt es sich um Lösungen von zwei oder mehreren festen Körpern ineinander, die bei Temperaturen unterhalb ihres Schmelzpunktes erfolgen. Kleine Mengen eines Elementes können von tief einschneidender und überraschender Wirkung sein.

Um hier Aufklärung zu geben, werden bisweilen im Schrifttum die Schmelzpunkte von einigen Silikaten genannt. Dies hat gar keinen Zweck; denn es handelt sich nicht um chemische Verbindungen, sondern um Lösungen, bei denen die sich ineinander lösenden Körper, im Gegensatz zu den Bestandteilen einer chemischen Verbindung, nicht in einem bestimmten Mengenverhältnis zu stehen brauchen.

Hier beim Fluor stößt die Deutung auf die Schwierigkeit, daß der Flußspat vor oder während des Lösungsvorganges zersetzt und das Fluor vergast wird. Vielleicht ist es so, daß bei der oben erwähnten Reaktion das ausgeschiedene Kalziumoxyd in statu nascendi eine Lösung mit der freien Kieselsäure eingeht, und darauf die energische Wirkung des Flußspats beruht.

Wenn diese Hypothese richtig ist, wird man es verstehen, daß die Flußspatmenge in richtigem Verhältnis zu der Kieselsäuremenge stehen muß. Diese ist nicht unbegrenzt, sondern auf die Kieselsäure, die durch Abbrand des Siliziums entsteht, auf die überschießende Kieselsäuremenge der Koksasche, den anhaftenden Sand und das im normalen Betriebe abgeschmolzene Ofenfutter beschränkt. Wird zuviel Flußspat gegeben, so tritt entweder ein unnatürliches Anfressen der Ofenwand oder eine unnatürliche Anreicherung des Kalziumoxydgehaltes der Schlacke oder beides ein, und zwar geschieht dies unter der Erscheinung, daß die Dünnflüssigkeit der Schlacke verlorengeht.

Aus dieser Darstellung folgt unmittelbar, daß die Berechnung der aufzugichtenden Flußspatmenge auf Grund ihres Kalziumgehaltes, wie sie die oben genannten Verfasser ausgeführt haben, zu einem Fehlergebnis führen muß.

Wenn man Flußspat in richtiger Menge einsetzt, so wird man auch keine übermäßige Zerstörung des Ofenfutters bei normaler Beschaffenheit feststellen. Darin sind die im Schrifttum genannten Berichte einig. Es wäre aber eine dankbare Aufgabe, in diesem Ausblick die Menge des abgeschmolzenen Futters im Sinne meines Verfahrens[8]) unter verschiedenen Verhältnissen festzustellen, um zu erfahren, welche Steine oder Stampfmassen die größte Widerstandsfähigkeit besitzen.

[5]) St. u. E. 46 (1926) S. 869; Gieß.-Zg. 23 (1926) S. 335.

[6]) Wedding: Ausführliches Handbuch der Eisenhüttenkunde, Bd. II (1902) S. 259.

[7]) Bei Erörterung des obenerwähnten Vortrages von Zerzog.

[8]) Osann: Die Schlacke in Gießereischachtöfen. Gieß.-Zg. 17 (1920) S. 257. Derselbe: Die Menge des abgeschmolzenen Kuppelofenfutters. Gieß. 11 (1924) S. 703.

Zum Schluß will ich noch bemerken, daß die oben gegebene Darstellung des Entschwefelungsvorganges die günstige Wirkung eines höheren Mangangehaltes im Kuppelofeneinsatz voll zur Geltung kommen läßt. Aber auch in diesem Falle muß die Schlacke dünnflüssig sein. Dies wird durch den größeren Manganoxydulgehalt etwas begünstigt, aber man wird es vielfach nur bei Flußspatzusatz erreichen, und so vertragen sich beide Maßnahmen sehr gut miteinander und unterstützen sich gegenseitig.

Clausthal, im Februar 1927. *Osann.*

* * *

Aus obigen Ausführungen möchte ich schließen, daß der Einsender vielleicht den verbindenden Gedankengang aus meinen beiden Veröffentlichungen nicht herausgelesen hat.

In der Arbeit mit Buchholz[9]) konnte ich eine deutliche Entschwefelung durch Flußspat, eine verstärkte durch andere, reaktionsfähigere Fluorverbindungen nachweisen, als ich das Entschwefelungsmittel direkt mit dem geschmolzenen Eisen in Berührung brachte durch Einrühren von Preßpastillen in das geschmolzene Eisen. Die Entschwefelung denke ich mir dabei im Sinne von S. Schleicher[10]), nämlich als eine Verwandlung von Schwefeleisen bzw. von Schwefelmangan in flüchtige, das Gesamtsystem Eisen + Schlacke gasförmig verlassende Fluorschwefelverbindungen. Eine solche Entschwefelung ist naturgemäß viel wirksamer als diejenige, die auf dem Wandern des Schwefels aus dem Eisen in die Schlacke, also einer Verschiebung des Schwefels sozusagen aus einem Lösungsmittel (dem Eisen) in das andere (die Schlacke) beruht. Die Ausseigerung des Schwefels als Schwefelmangan, das sich in der Schlacke oder unmittelbar unter ihr anordnet, ist auch nur eine Verschiebung des Schwefels vom Eisen an das Mangan bzw. an die Schlacke, aber eine Entschwefelung durch Entfernung des Schwefels aus dem Gesamtsystem durch Bildung flüchtiger Fluorschwefelverbindungen muß eine viel radikalere sein.

Auch die Bemerkung des Einsenders: „denn die Ausscheidung von Schwefelmangan geschieht nicht auf Grund eines Lösungsvorganges, wie die Verfasser anzunehmen scheinen, sondern auf Grund der Unterschiede des spezifischen Gewichts, also auf rein mechanischer Grundlage" bedarf von chemischer Seite einer Richtigstellung. Schwefelmangan scheidet sich dann aus, wenn in der schmelzflüssigen Lösung von Eisen, Mangan und Schwefel das „Löslichkeitsprodukt" des Mangansulfids erreicht wird. Das ist das Primäre. Das Sekundäre ist, daß das spezifisch leichtere Mangansulfid nach oben, zur Schlacke strebt. Seine Absonderung vom Eisen zur Schlacke ist, das ist richtig, ein rein mechanischer Vorgang, seine chemische Abscheidung aber ist in der Tat ein Vorgang in der Lösung. Das nehmen die Verfasser wirklich ganz mit Recht an. Man kann nun den Mangangehalt leider nicht dem Schwefelgehalt zur Entschwefelung mit Hilfe des Schwefelmangans anpassen, also muß eine Entfernung des Schwefels aus dem Gesamtsystem, infolgedessen auch die Zerstörung des Schwefelmangans, als das für eine Entschwefelung des Eisens Erstrebenswerteste angesehen werden. Das ist der Kernpunkt meiner Auffassung der Sachlage.

Nun zur Entschwefelung mit Flußspat im Kuppelofen. Aus den Versuchen mit Fritz Seiter[11]) habe ich herausgelesen, daß eine Entschwefelung hier nicht stattfinden kann, weil der Flußspat unter den Bedingungen des Kuppelofenbetriebes gar nicht, oder mindestens viel zu wenig, mit dem geschmolzenen Eisen in Berührung kommen kann: er reagiert, als Zuschlag gegeben, vorher mit der Gesamtheit der Beschickung und mit der Ausmauerung des Ofens und verliert dabei seinen wirksamen Bestandteil, das Fluor, selbstverständlich als Fluorsilizium. Es kann jemand mit der Art und der Deutung meiner Versuche nicht einverstanden sein. Es möchte mir aber scheinen, nachdem ich mit meinen Mitarbeitern genaue Untersuchungen vorgelegt habe, daß es für die Klärung der Hauptfrage: ist Flußspat im Kuppelofen ein wirkliches Entschwefelungsmittel in meinem Sinne, d. h. entfernt er Schwefel aus dem Gesamtsystem Eisen + Schlacke, oder tut er das nicht, keineswegs fördernd ist, wenn lediglich theoretische Erörterungen ins Feld geführt werden. Der Einsender schreibt: „Um hier Klarheit zu schaffen, will ich zwei Hypothesen aufstellen, die sich günstigenfalls zu einem Lehrsatz ausbauen, andernfalls aber zur Herbeischaffung neuer Tatsachen benutzen lassen." Mit Hypothesen und Lehrsätzen ist keine technische Frage zu beantworten. Dazu gehören neue Tatsachen. Diese in Versuchen festzustellen, bleibt jedem unbenommen. Erst dann, wenn die Ergebnisse unserer Versuche nach Wiederholung von verschiedener Seite als Zufallsergebnisse erwiesen sein werden, können sie als falsch hingestellt werden. Bis das geschehen ist, bestehe ich auf der gewonnenen Erkenntnis, eine Entfernung des Schwefels aus dem Gesamtsystem Eisen + Schlacke (bzw. + Mangansulfid) ist mit Flußspat unter den Bedingungen des Kuppelofenbetriebes nicht zu erwarten, vielmehr ist solcher Zusatz mit Hinsicht auf die Möglichkeit einer Reaktion zwischen Ofenausmauerung und Fluorid gefährlich.

Insofern kann ich die Zusammenfassung meiner Abhandlung mit Th. Klingenstein abschwächen, als ich sagen kann: Es kann wohl Fälle geben, wo ein Zuschlag von Flußspat gewisse „Verdauungsstörungen" des Kuppelofens beheben und auch die Entschwefelung durch Verschiebung des Schwefels aus dem Eisen in die Schlacke befördern kann, aber die Möglichkeit einer Entfernung des Schwefels aus dem Gesamtsystem Eisen + Schlacke in Gestalt flüchtiger Fluorverbindungen, also die wirklich wünschenswerte radikale Entschwefelung des Systems, muß ich für den Fall des Kuppelofens aus unseren Versuchen verneinen.

Stuttgart, im März 1927.

Ernst Wilke-Dörfurt.

[9]) St. u. E. 46 (1926) S. 1817/20.

[10]) St. u. E. 41 (1921) S. 357.

[11]) St. u. E. 47 (1927) S. 128/33.

Umschau.

Die Entwicklung der Kosten von Modelltischlereien in deutschen Maschinenfabriken[1]).

Die deutsche Industrie steht im Zeichen fortschreitender „Rationalisierung". Auf allen Gebieten der Herstellung, der Organisation wie auch des vereinigten Vertriebes wird danach gestrebt, den Wirkungsgrad zu verbessern. Wirkungsgrad ist in diesem Falle das Verhältnis der im günstigsten Falle unbedingt aufzuwendenden produktiven Ausgaben zu den Gesamtausgaben. Den Unterschied beider bilden die Unkosten. Sie zu vermindern, muß daher mit allen Mitteln angestrebt werden.

Der Vergleich dieser Unkosten mit Werten ähnlich liegender Werke bringt unter gewissen Voraussetzungen, nämlich hinreichend genauer Klarstellung der jeweiligen Herstellungs- und Organisationsverhältnisse, unter Umständen nutzbringende Anregungen und Vorteile. Die in einem Werke anfallenden Unkosten können entweder im Sinne von Werkstattsunkosten- und Unkostensätzen zusammengefaßt werden oder unter dem Gesichtspunkt von Nebenbetriebskosten.

Einen solche Unkosten bringenden Nebenbetrieb stellt die Modelltischlerei dar. Die Kosten hierfür werden in folgenden an Hand der vom Verfasser bei einer Anzahl von Maschinenfabriken gesammelten Zahlenunterlagen in ihrer Entwicklung während der Jahre 1924 bis 1926 wiedergegeben. Von den untersuchten Werken konnte wiederum nur ein Teil, nämlich diejenigen berücksichtigt werden, welche ohne besondere Zusammenstellungen eine in sich geschlossene Abrechnung der Modelltischlerei einschließlich Holzkosten eingerichtet haben. Da die Modelltischlereikosten in hohem Maße von dem Beschäftigungsgrad abhängig sind, wurde dieser jeweils in besonderer Spalte mit angegeben (s. Zahlentafel 1). Diese Werte bauen sich nicht auf der Arbeiterzahl oder der Arbeiterstundenzahl auf, sondern auf den in all diesen Fällen zur Verfügung stehenden produktiven Gesamtstunden. Die monatlichen Zahlen dieser Stunden sind ebenfalls vermerkt.

Die genannten Kosten schließen Roh- und Betriebsstoffe, Löhne und Unkosten der Modelltischlerei ein und wurden zum Umsatz, zu den produktiven Arbeitslöhnen und produktiven Stunden des Werkes bzw. der in Frage kommenden Werksteile in Beziehung gesetzt.

Die Prozentziffern sind also nicht zu verwechseln etwa mit den üblichen Unkostensätzen von Modelltischlereien, die gleichfalls zusammengestellt, aber ebenso wie andere Unkostengebiete an anderer Stelle wiedergegeben sind. Man erkennt aus den Ziffern der einzelnen Jahre, wie sich die auf den Produktivlohn bezogenen Werte in gewissem Grade der schwankenden Wirtschaftslage (letzte Spalte) anzupassen scheinen. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß die produktiven, stündlichen Akkordverdienste selbst auch recht erheblich gestiegen sind (vgl. die unten ausgerechneten Durchschnittswerte: 0,62 ℳ für 1924, 0,81 ℳ für 1925 und 0,91 ℳ für 1926.

Die Auswirkungen dieser schwerwiegenden Erscheinung sind aus den Werten für ℳ/st ersichtlich. Diese Werte zeigen eine bedenkliche Steigerung von 0,126 auf 0,137 (1925) [trotz 80 % Beschäftigungsgrad] und 0,156 (1926). Wenn hier nicht gleichzeitig eine entsprechende Steigerung der produktiven Arbeit eingetreten ist, so ergibt sich notgedrungen eine erhebliche Steigerung der Erzeugungskosten. Dies um so mehr, als die Größenordnung der Modelltischlereikosten bei den untersuchten Werken im Einzelfalle bis zu 3,65 % vom Umsatz beträgt.

Zahlentafel 1. Bedeutung der Modelltischlerei für die Unkosten. (Für einen Monat.)

Werk	Art der Herstellung	Jahr	Arbeiterzahl rd.	Unkostensumme ℳ	Fabrikumsatz ℳ	% vom Umsatz	Produktive Lohnsumme ℳ	Akkordverdienst ℳ/st	Produktive Stunden	% vom Produktivlohn	ℳ/st	Beschäftigungsgrad %
VI	Präzisions - Kleinmaschinenbau mit Metallgießerei	1924	419	2 390	66 200	3,6	15 400	0,53	29 300	15,4	0,082	70
		1925	407	2 941	104 500	2,8	22 650	0,73	31 100	13,0	0,095	74
		1926	317	2 400	65 700	3,65	18 250	0,76	24 000	13,1	0,10	57
IV	Eisen- u. Stahlwerk mit Groß- u. Mittelmaschinenbau	1924	471	7 200	259 000	2,78	38 800	0,639	61 000	18,6	0,118	72
		1925	519	8 347	357 125	2,34	64 377	0,865	74 424	13,0	0,112	87
		1926	420	5 703	175 800	3,25	43 184	0,97	44 500	13,2	0,128	52
II	Großbetrieb f. Mittel- und Kleinmaschinenbau	1924	942	13 030			50 300	0,70	72 000	26,0	0,18	72
		1925	1020	17 580			72 600	0,85	85 500	24,2	0,205	85
		1926	800	14 170			60 000	1,00	60 000	23,6	0,24	60
III	Großbetrieb f. Groß- und Mittel-Serienmaschinenbau m. Warmwerkstätten	1924	5000	35 000	2 000 000	1,75	310 000	0,65	477 000	11,3	0,073	70
		1925	5800	38 000	rd. 2 000 000	1,94	510 000			7,6		75
		1926	3300	30 700	rd. 2 000 000	1,53	260 000			11,8		40
	Durchschnitt	1924				2,53		0,62		17,8	0,126	71
		1925				2,12		0,81		14,5	0,137	80
		1926				2,81		0,91		15,4	0,156	52

Gerade im Hinblick auf das heute stets wieder betonte Erfordernis der Rationalisierung und Vereinfachung des Herstellungsprogramms erscheinen diese Werte ungünstig. Freilich läßt sich eine solche Rationalisierung, wie ausdrücklich gesagt werden muß, nicht für jeden Betrieb und für jede Herstellungsart durchführen; dazu steht sie in gar zu innigem Verhältnis mit der Absatzfrage. Damit steht und fällt eine solche Vereinheitlichung des Betriebes, die auch nur dann lebensfähig ist, wenn eine erhebliche Steigerung der Arbeitsleistung tatsächlich erreicht wird, so daß durch eine erhebliche Senkung des Preises bedeutende, weitere Kreise in die Lage versetzt sind, die Erzeugnisse zu kaufen. Dann wird auch der von manchem Außenstehenden gegen die Leistungssteigerung geltend gemachte Einwand, eine solche verursache Arbeitslosigkeit, hinfällig.

Ein krasses Beispiel gibt hierfür ein Werk, welches erst bitter an Arbeitsmangel litt, dann aber nach entsprechender, allmählicher Umstellung, die übrigens hauptsächlich durch selbst hergestellte Vorrichtungen durchgeführt werden konnte, sich derartige Absatzgebiete erschließen konnte, daß es seine mehrere Tausend betragende Arbeiterzahl beinahe verdoppeln konnte. Ob freilich eine solche Maßnahme bei jedem hier aufgeführten Werk möglich bzw. zu verantworten ist, erscheint zweifelhaft. Immerhin muß man sich über die eintretende bzw.

[1]) Nach einer beim Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten erschienenen Schrift von Dr.-Ing. K. Seyderhelm, Hannover, über „Die Entwicklung der Unkosten und Nebenbetriebskosten von Maschinenfabriken seit 1924" im Anschluß an seine früheren, an gleicher Stelle veröffentlichten Vergleichsziffern für 1924 (Beuth-Verlag).

eingetretene Entwicklung klar sein und muß sie bewußt in Rechnung setzen.

Diesen Zweck verfolgen die vorliegenden Gegenüberstellungen wie auch die in der angeführten Schrift wiedergegebenen Werte anderer Unkostengebiete, welche selbstverständlich nicht eigene Unkostenaufstellungen ersetzen können, sondern als Vergleichsziffern, unter vorsichtiger Würdigung der an anderer Stelle näher bezeichneten Begleitumstände, Anhalte über die eingetretene Entwicklung und Anregungen für die Zukunft geben sollen.

Dr.-Ing. *K. Seyderhelm.*

Wissenschaft und Praxis in der Gießerei.

Durch den Wettbewerb der umliegenden niedrigvalutarischen Länder war auch Holland gezwungen, durch wissenschaftliche Betriebsführung in der Gießerei höchste Wirtschaftlichkeit zu erstreben. Um dies zu erreichen, ist nach einem Vortrag von W. H. Nieuwenhuijs[1]) unter Heranziehung aller wissenschaftlichen Hilfsmittel und durch Verbesserung der Gießereierzeugnisse besonders auf eine Erniedrigung der Ausschußziffer hinzuarbeiten, da der Ausschußverlust gleich dem Verkaufspreis abzüglich des Schrottwertes zu bemessen ist. Um Fehlgüsse zu verhüten, ist es zunächst wichtig, die Gattierung aus Eisen jeweils zweckentsprechender Analyse zusammenzustellen, wozu vor allem der Einfluß der einzelnen Elemente auf die verschiedenen physikalischen Eigenschaften berücksichtigt werden muß. An einer Riemenscheibe und einem Kleinmaschinengußstück als Rechnungsbeispielen wird die Anpassung der Gattierung an den Verwendungszweck vorgeführt unter besonderer Berücksichtigung des Abbrandes der einzelnen Legierungsbestandteile und der Anreicherung an Schwefel aus dem Koks. Nach eingehender Erörterung der Eigenschaften und der Einwirkung des eigenen Schrotts an Trichtern, verlorenen Köpfen und Fehlgüssen sowie der wechselnden Zusammensetzung und Bewertung des fremden Gußbruchs wird besonders vor Verwendung von verbrannten Roststäben gewarnt. Dabei ist einmal der hohe Oxydationssauerstoff, dann aber auch der aus dem Brennstoff aufgenommene Schwefel als gefährlich zu betrachten, die beide vor allem das Eisen dickflüssig machen. Darüber hinaus führt der Sauerstoff noch durch Reaktion mit dem Kohlenstoff zu Gas- und damit zur Blasenbildung. Dasselbe trifft auch für angerostete Kernstützen zu, weshalb hier auf besonders gute Verzinnung zu achten ist. Es ist daher als falsche Sparsamkeit anzusehen, minderwertigen billigen Schrott zu kaufen, der nur zu Fehlgüssen führt. Welche Roheisensorten nun im einzelnen zweckmäßig zu verarbeiten sind, richtet sich nach den für das Erzeugnis geforderten Eigenschaften.

Es werden dann die Sonderheiten der verschiedenen in- und ausländischen Roheisensorten und ihr Einfluß auf die chemische Zusammensetzung und Gefügeausbildung des fertigen Gußstückes näher dargelegt, wobei auch die verschiedenen Zusatzstoffe wie Silizium- und Manganträger und die Entschwefelungsmittel und ihre Wirkungsweise in den Kreis der Betrachtungen gezogen werden.

Zum Kuppelofen übergehend, gibt der Vortragende auf die Frage, ob ein Kuppelofen mit einer oder zwei Düsenreihen zu betreiben ist, die Antwort, daß bei Schmelzdauern bis zu 4 st eine Düsenreihe ausreicht, während darüber hinaus zwei zu empfehlen sind, wenn auch zuzugeben ist, daß im letzten Falle bei höherer Schmelzzone das Eisen größerer Oxydationsgefahr ausgesetzt ist. Auf Reinhaltung der Düsen ist besonders zu achten, um Ansätzen und Brückenbildungen vorzubeugen, denen auch durch eine zweite Düsenreihe entgegengewirkt wird.

[1]) Hauptversammlung der Vereinigung der niederländischen Eisengießereien 1926. — Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 929.

Auf Kosten der Temperatur und der Beschaffenheit des Eisens an Koks zu sparen, ist falsche Sparsamkeit und kann besonders bei grobstückiger Gattierung zu Mißerfolgen führen. Von dem Koks wird ein Schwefelgehalt unter 1 %, ein möglichst geringer Aschengehalt und besonders hohe Festigkeit und Dichte gefordert, da jede Erschwerung des Durchgangs für Wind, Eisen und Schlacke den Schmelzgang ungünstig beeinflußt.

Aus Betriebserfahrungen wird festgestellt, daß manchmal mattes Eisen in der Pfanne oder Form besonders dickflüssig erscheint und stark schweflige Säure abgibt, was auf eine Reaktion von Eisenoxydul mit Schwefel im Bade zurückzuführen sein dürfte. Diese Erscheinung ist auf minderfesten Koks zurückzuführen, der den Eisendurchgang in der Schmelzzone verzögert und somit eine weitgehende Oxydation bewirkt hatte, der man dann zweckmäßig durch Verminderung des Winddrucks begegnet.

Zum Schluß ging der Vortragende noch auf die Prüfung und Bewertung der Formstoffe ein und wies auf die Fortschritte im Naßgußverfahren sowie in der weitgehenden Anwendung von Altsand hin, und ferner auf die Vorteile der Beimischung von gemahlener gasreicher Kohle und schloß seine Ausführungen mit einem Hinweis auf die planmäßigen Formsanduntersuchungsarbeiten der American Foundrymen's Association[1]) in bezug auf Bindekraft, Korngröße, Gasdurchlässigkeit, Wasseraufnahmevermögen und Zusammensetzung.

Der Doppelkammer-Vorherd zum Verbessern des Eisens.

Das Bestreben, die Festigkeitseigenschaften des Gußeisens zu verbessern, hat manche bauliche Veränderungen des Kuppelofens veranlaßt. So erwähnt G. Simon[2]), daß man bereits dazu übergegangen sei, den Vorherd durch die Abgase des Kuppelofens vorzuwärmen, wobei man jedoch nur Temperaturen von 600 bis 800° erreichen könnte.

Er hat damit scheinbar die Bauart Rein im Auge, bei der die direkten Verbrennungsgase der Schmelzzone, die bekanntlich bedeutend höhere Temperaturen als 1500° haben, durch besondere im Mauerwerk des Vorherdes befindliche Kanäle auf den Boden des Vorherdes

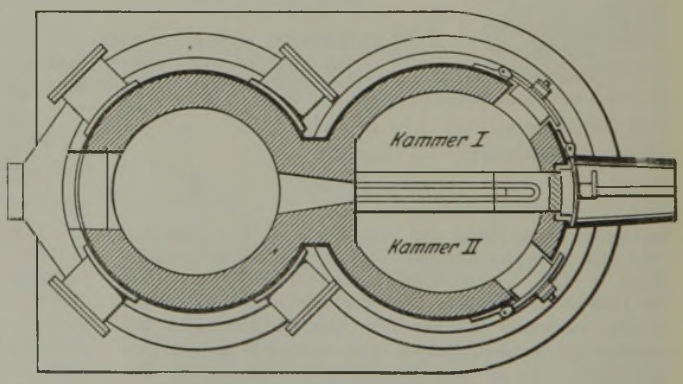

Abbildung 1. Doppelkammer-Vorherd nach Rein.

gezogen und seitlich ins Freie geführt werden. Hierbei werden viel höhere Temperaturen als 600 bis 800° erzielt. Es steht vollkommen im Belieben des Schmelzers, die Vorherdbeheizung so lange fortzusetzen, bis eine Höchsttemperatur erzielt wird, die für das erste Eisen ausreicht. Es ist daher nicht richtig, von einem Uebelstand zu sprechen, den man durch Oelbeheizung des Vorherdes beseitigen will. Jede Vorwärmung durch Oelbeheizung ist meines Erachtens kein Fortschritt, sondern ein Rückschritt.

Die im übrigen geschilderten Ueberläufe sind nichts Neues. Wunderbar mutet es nur an, daß zwei Vorherde benutzt werden, um endlich entschwefeltes und veredeltes Eisen abstechen zu können, während nach dem

[1]) St. u. E. 45 (1925) S. 1481/5.
[2]) St. u. E. 47 (1927) S. 540/2.

Verfahren von „Rein" und später „Dürkopp-Luyken", welches wohl die bekanntesten sind, ein sehr heißes Eisen im Vorherd veredelt wird, dessen Eigenschaften den von Simon angegebenen zum mindesten ebenbürtig sind, in den meisten Fällen aber bei weitem übertreffen. Wenn mir auch die Bezeichnung „Doppelkammer-Vorherd" nicht amtlich geschützt ist, so dürfte ich doch wohl der erste gewesen sein, welcher diesen Ausdruck anwendete. Bekanntlich wird im Vorherd, besonders bei größeren Schmelzungen, das bereits veredelte Bad durch das nachlaufende Eisen aus dem Ofen, welches noch nicht behandelt worden ist, wieder verschlechtert. Um dieses zu verhindern, habe ich den Doppelkammer-Vorherd konstruiert, welcher, wie der Name sagt, aus zwei Kammern besteht (Abb. 1). Diese werden durch eine einfache von außen zu bedienende Einrichtung abwechselnd mit flüssigem Eisen gefüllt und jede Kammer für sich behandelt. Sobald eine Kammer mit flüssigem Eisen gefüllt ist, wird der Eisenstrom in die zweite leere Kammer umgeleitet; das Eisen ist nunmehr in der ersten Kammer in der Lage, seine Unreinigkeiten ohne Beeinflussung vom nachfließenden Eisen auszustoßen. *C. Rein.*

Internationale Gießereifachausstellung in Paris.

Im September 1927 findet in Paris in den Ausstellungshallen am Versailler Tor eine Internationale Gießereifachausstellung statt, die drei Wochen dauern wird. Diese Ausstellung wird unter dem Protektorat des Ministers für Handel, Industrie, Post- und Telegraphenwesen und des französischen Komitees für Ausstellungen veranstaltet. Die Leitung hat das Syndicat Général des Fondeurs de France im Verein mit der Association Technique de Fonderie inne.

Neben der Ausstellung veranstaltet die Association Technique de Fonderie einen internationalen Kongreß, der in der zweiten Ausstellungswoche stattfinden wird.

Die Ausstellung umfaßt Rohstoffe, Fertigerzeugnisse und alle Gießereieinrichtungen sowie Bedarfsstoffe. Die Leitung des technischen Unterrichtswesens mit der höheren Gießereifachschule und den technischen Gewerbeschulen sowie die Verbände auf Gegenseitigkeit für Ausstellung und soziale Fürsorge werden sich ebenfalls an der Ausstellung beteiligen. Auch andere europäische Staaten haben ihre Unterstützung zugesagt.

Die Anschrift der Ausstellungsleitung ist: Président du Comité d'Organisation, Paris, Rue de la Victoire 8.

Für Deutschland hat es der Verein deutscher Eisengießereien, Gießereiverband, Düsseldorf, Breite Str. 29, übernommen, die beteiligten Firmen zu unterrichten und die Anmeldungen der Firmen, die sich an der Ausstellung zu beteiligen wünschen, zu sammeln.

Aus Fachvereinen.

Verein deutscher Gießereifachleute.

Am 7. und 8. Mai 1927 hielt der Verein deutscher Gießereifachleute seine 17. Hauptversammlung in Berlin ab, der die 11. Hauptversammlung des Technischen Hauptausschusses für Gießereiwesen am 6. Mai vorangegangen war. Auf Einladung des Magistrats und der Stadtverordneten der Reichshauptstadt hatten sich am 7. Mai etwa 500 Mitglieder, Gäste und Ehrengäste, darunter zahlreiche Vertreter des Handels, der Industrie, der Technischen Hochschulen, Bergakademien und der befreundeten in- und ausländischen Fachverbände, in den Festräumen des Berliner Rathauses zu einem Empfangsabend zusammengefunden. In seiner Begrüßungsansprache gab Oberbürgermeister Dr. Böss einen Ueberblick über die Entwicklung der Berliner Gießereiindustrie, die sich aus kleinen Anfängen heraus zu ihrer heutigen Bedeutung mit 132 Gießereien und 18 000 Arbeitern entwickelt hat; die Zahl der Berliner Aluminiumgießereien beträgt sogar ein Viertel aller Betriebe Deutschlands.

Am Sonntag, dem 8. Mai, vereinigten sich die Teilnehmer im Bankettsaal des Zoologischen Gartens zur eigentlichen Hauptversammlung, in der nach Begrüßung der Teilnehmer durch den Vorsitzenden, Dr.-Ing. E. h. F. Dahl, der Rektor der Bergakademie Clausthal, Professor Dr. Valentiner, namens der erschienenen Gäste und Ehrengäste in längeren Ausführungen dankte.

Aus dem Geschäftsbericht ist zu entnehmen, daß der Verein im Berichtsjahre eine erfreuliche Weiterentwicklung genommen hat. Die Tätigkeit in den einzelnen Gruppen war im allgemeinen wiederum recht lebhaft. Von besonderer Bedeutung war die Anregung der österreichischen Gruppe des Vereins, den Wiener Gaskoks für Gießereischmelzzwecke verwendbar zu machen. Die von Zivilingenieur L. Zerzog unter Mitwirkung der Wiener Städtischen Gaswerke zum Abschluß gebrachten Versuche haben dahin geführt, daß die österreichischen Eisengießereien vom Bezuge ausländischen Schmelzkokses unabhängig gemacht worden sind.

Die Arbeiten des Elektroofenausschusses wurden mit Erfolg weitergeführt und fanden in einer Reihe von Vorträgen auf einer außerordentlichen Tagung ihren Niederschlag[1]).

Der Formsandausschuß hat nach Vollendung des ersten Teiles seiner Arbeiten über die Auffindung und geologische Beschaffenheit der Formsandlagerstätten in Deutschland den zweiten Teil, nämlich die Untersuchung und Prüfung der Formsande, aufgenommen, deren Ergebnisse in einem Vortrag auf der Tagung von Dipl.-Ing. Reitmeister bekanntgegeben wurden. Der Ausschuß für Metallgießereiwesen pflegt in planmäßiger Arbeit die wissenschaftliche Lösung der laufenden Betriebsfragen des Metallgießereiwesens. Zur Erforschung der verschiedenen Herstellungsverfahren von hochwertigem Gußeisen ist ein besonderer Ausschuß ins Leben gerufen worden, der mit anderen zuständigen Stellen Fühlung nehmen soll.

Auch an den Arbeiten des Ausschusses für Prüfung von Gußeisen im Eisenbahnbetrieb war der Verein lebhaft beteiligt, um Unterlagen zu schaffen für die Erkenntnis der Abnutzungsbeständigkeit von Gußeisen in der Wärme und Kälte und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften. Ueber die Ergebnisse sowie die Fortschritte auf dem Gebiete der Normung im Gießereiwesen wurde auf der Tagung besonders berichtet.

Die Arbeiten des Ausschusses für technisches Schulwesen über Aufstellung eines Lehrplanes für Former- und Modelltischlerlehrlinge werden vom Verein gleichfalls kräftig unterstützt und gefördert. Zur Steuerung der Not unter den stellungslosen Mitgliedern wurde eine Nothilfe für Gießereifachleute geschaffen, die einen monatlich zweimal erscheinenden Stellennachweis herausgibt und freiwillige Unterstützungsbeträge entgegennimmt.

In der am Nachmittag stattfindenden geschäftlichen Sitzung wurde eine Neuwahl des Vorstandes und Vorstandsrates vorgenommen und dabei Hüttendirektor Dr. jur. E. h. C. Humperdinck, Wetzlar, zum ersten Vorsitzenden und der bisherige verdienstvolle, langjährige Vorsitzende Dr.-Ing. E. h. F. Dahl zum Ehrenvorsitzenden des Vereins gewählt. Mit einem gemeinsamen Essen in den gleichen Räumen fand die Hauptversammlung ihren Abschluß.

Am Vortage wurde die Reihe der technisch-wissenschaftlichen Vorträge eingeleitet durch die Ausführungen von Reichsbahnrat Dipl.-Ing. W. Reitmeister, Kirchmöser, über:

Ein neues Formsandprüfverfahren.

Der Vortragende gab zunächst eine Erläuterung der Begriffe Binde- und Stampffestigkeit, Verdichtungszustand, Standfestigkeit und Gasdurchlässigkeit, auf deren Zusammenhang er dann näher einging. Hierauf folgte eine Beschreibung des vom Vortragenden ausgebildeten Prüfverfahrens. Den Verdichtungszustand kann man leicht bei Verwendung gleichen Sandes dadurch feststellen, daß man das spezifische Gewicht des geformten Sandkörpers bestimmt. Die Gasdurchlässig-

[1]) Vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 641.

keit wird in der Weise bestimmt, daß die in einem Rohr verdichtete Sandprobe luftdicht mit einem Kessel in Verbindung gebracht wird, welcher Druckluft von 0,5 at enthält. Man läßt die Druckluft über die Sandprobe entweichen und berechnet aus der Zeit, welche zum Druckabfall von 0,5 auf 0,1 at verbraucht wird, mit Hilfe einer besonderen Formel, die in dem Vortrag entwickelt wurde, die Gasdurchlässigkeit aus. An der gleichen Probe wird die Standfestigkeit des Sandes durch eine Abscherprobe festgestellt. Die Prüfung auf Standfestigkeit und Gasdurchlässigkeit des verdichteten Formsandes läßt sich innerhalb 25 min von einem angelernten Arbeiter durchführen.

Im Anschluß daran sprach Reichsbahnrat Dr.-Ing. R. Kühnel, Berlin, über:

Die Abnutzung des Gußeisens und ihre Beziehung zum Aufbau und den mechanischen Eigenschaften.

Laboratoriums- und Großversuche ergaben, daß bei Bremsklötzen und Schieberbuchsen und -ringen weiches ferritisches Gußeisen nicht verschleißfest ist. Der beste Einlauf wird erzielt bei annähernd gleicher Härte der aufeinander laufenden Teile und perlitischem Gefüge, jedoch muß für den besonderen Fall von Schieberbuchse und Schieberring die Buchse etwas härter sein als der Ring.

Bei den Versuchen mit Roststäben verschiedenen Phosphorgehaltes ergab sich, daß die Leichtflüssigkeit mancher Kohlenaschen, die Schwefeleinwanderung von der Kohle her in den Roststab und die weitgehende Gefügeänderung unter der Wärmewirkung Zerstörungsursachen sind, die die Abnutzungsbeständigkeit des Roststabes vermutlich stärker gefährden als ein hoher Schwefel- und Phosphorgehalt. Mit Rücksicht auf die mechanische Beanspruchung des Roststabes und die Bruchgefahr ist ein zu hoher Phosphorgehalt trotzdem nicht erwünscht.

Es folgte ein Vortrag von Zivilingenieur J. Mehrtens, Berlin, über:

Die Bedeutung der Normenbewegung für die Gießerei.

Es wird über die Arbeiten des Reichsausschusses für Lieferbedingungen mit dem Deutschen Normen-Ausschuß und dem von den Gießereiverbänden eingesetzten Normenausschuß GINA berichtet. Es sollen für sämtliche Rohstoffe, wie Eisen, Koks, feuerfeste Steine, Formsande, und Betriebsmittel, wie Geräte, Werkzeuge, Formmaschinen, und ebenso für die Gießereierzeugnisse Liefernormen aufgestellt werden. Die Auswirkungen zeigen sich in der Erhöhung der Treffsicherheit bezüglich Zusammensetzung, Festigkeit, Bearbeitbarkeit und Aussehen der Gußwaren, nicht zuletzt auch in der Verringerung des „Vielerlei". Diese Vorteile werden sowohl den Erzeugern als auch den Verbrauchern zugute kommen und häufig das Gefühl der Uebervorteilung in Verbraucherkreisen schwinden lassen.

Das Normenblatt „Gußeisen", Klasseneinteilung und Werkstoffeigenschaften, ist abgeschlossen, das Blatt „Temperguß" liegt im Entwurf vor, so daß beide demnächst veröffentlicht werden können. Das Blatt „Stahlguß" ist dagegen endgültig abgeschlossen, wenn auch später vielleicht einige Ergänzungen noch zugefügt werden müssen. Die Liefernormen für Nichteisenmetalle, die wesentlich mehr Schwierigkeiten machen, sind noch in Bearbeitung.

Ueber den

Kuppelofen in Theorie und Praxis der letzten Jahrzehnte

sprach Geheimrat Professor W. Mathesius, Berlin. Er gab dabei einen Ueberblick über die erfolgreichsten wissenschaftlichen Versuche, die während der letzten zwei Jahrzehnte an Kuppelöfen ausgeführt worden sind, und gelangte nach eingehender vergleichender Erörterung zu den nachstehenden Schlußfolgerungen.

Die Schmelzleistung von Kuppelöfen steht in einem gesetzmäßigen Zusammenhange mit der Windmenge, die je min und m² Ofenquerschnitt durch den Ofen hindurchströmt. Die günstigsten Schmelzverhältnisse werden bei gutem Koks bei einer Satzkokshöhe von etwa 8 % erhalten, bei welcher gleichzeitig eine Stundenschmelzleistung von 10 t je m² Ofenquerschnitt erreicht wird, wenn die Windmenge etwa 100 m³ je min und m² Ofenquerschnitt beträgt. Sowohl bei Vermehrung als auch bei Verminderung dieser Windmenge werden die Ergebnisse ungünstiger und die im Ofen erzielbaren Eisentemperaturen niedriger.

Eine Vermehrung der Satzkoksmenge ergibt eine erhebliche Verminderung in der Stundenschmelzleistung und ebenfalls niedrigere Eisentemperatur. Bei einer Verminderung der Satzkoksmenge entsteht die Gefahr einer zu niedrig liegenden Schmelzzone und dadurch einer Steigerung des Abbrandes sowie einer Erschmelzung von gasreichem Eisen.

Die höchste Eisentemperatur, welche ein Kuppelofen unter normalen Betriebsbedingungen zu leisten vermag, liegt innerhalb der Grenzen von 1450 bis 1500°. Mit diesen Feststellungen scheint die Frage des Schmelzens von Eisen in Kuppelöfen in allen wesentlichen Punkten geklärt.

Die Beziehungen zwischen Formart und Festigkeitseigenschaften bei Metallguß und über das Naßformgußverfahren

wurden von Dr.-Ing. W. Claus, Berlin, eingehend beleuchtet. Er berichtete über die kaum geklärte Frage der Eigenschaften von Gußstücken in Abhängigkeit von der angewandten Formart, was für die Metallgießereien von ganz besonderer Wichtigkeit ist, da heutzutage weitestgehend Bestrebungen im Gange sind, das im allgemeinen angewandte Trockengußverfahren durch das Naßformgußverfahren zu ersetzen.

Zu diesem Zwecke führte der Vortragende gemeinsam mit Fritz Goederitz eine Untersuchungsreihe an gegossenem Reinaluminium, einer Aluminium-Kupfer-Zink-Legierung und einer Aluminium-Kupfer-Legierung durch, über deren Ergebnisse er berichtete. Untersucht wurden in Kokille, grüne und trockene Sandformen vergossene Stücke, bei denen Härte, Zerreißfestigkeit, Dehnung und Schlagarbeitsleistung ermittelt wurden; der Einfluß der Formart auf den Gefügebau der einzelnen Gußstücke wurde ebenfalls untersucht. Die durchgeführten Untersuchungen ergaben, daß die Festigkeitseigenschaften in grünem Sand gegossener Probekörper im Durchschnitt etwas besser sind als beim Guß in trockenem Sand. Die Zahlenwerte von Kokillenguß übertreffen diejenigen beider Sandgußarten bedeutend.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß in mechanisch-technologischer Hinsicht gegen die Einführung des Naßformgußverfahrens in den Metallgießereien keine Bedenken bestehen.

Die Verbrennungsvorgänge im Kuppelofen und ihre Beeinflussung durch die Kohlenstaubzusatzfeuerung

behandelte Dr.-Ing. P. Bardenheuer, Düsseldorf. Ausgehend von der Aufgabe des Gießereikuppelofens, ging er auf die Wärmeverluste ein, die dadurch entstehen, daß der Kohlenstoff des aufgegebenen Kokses anstatt zu Kohlensäure nur zu Kohlenoxyd verbrennt, oder daß die im Ofen aufsteigende Kohlensäure unter Mitwirkung des niedergehenden Kokses sich in Kohlenoxyd umwandelt.

Zur Verminderung dieser Nachteile verwendet Dr.-Ing. A. Kaiser, Oberhausen, eine Kohlenstaubzusatzfeuerung, die auch durch Beschleunigung des Schmelzvorganges eine Herabsetzung der allgemeinen Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung zur Folge hat.

Durch das Einblasen eines Teiles des Brennstoffs in Form von Kohlenstaub etwas oberhalb der Winddüsen in dem Ofen wird in der Schmelzzone eine örtlich sehr starke Wärmeentwicklung und damit auch eine Temperaturerhöhung erreicht. Es ist anzunehmen, daß dadurch gleichzeitig auch eine bessere Verbrennung des Kokses herbeigeführt wird. Die vollkommenere Ausnutzung des Kokses sowie der Ersatz eines Teiles desselben durch den Staub läßt eine weitgehende Verkleinerung der

Kokssätze zu, so daß also weniger Koks mit den aufsteigenden heißen Gasen in Berührung kommt und die Verluste durch Kohlenoxydbildung aus der Kohlensäure verringert werden.

Der Kohlenstaub wird mittels Preßluft von 2,5 bis 3,0 at Ueberdruck durch drei besondere Düsen in die Verbrennungszone des Ofens eingeblasen. Die Menge beträgt ungefähr 1 % vom Gewicht des Eiseneinsatzes. Das Anheizen erfolgt ebenfalls durch Staub. An einem Ofen mit 900 mm lichter Weite wurde durch zwei Vergleichsversuche der Schmelzverlauf mit und ohne Zusatzfeuerung bei einem Durchsatz von jedesmal etwa 30 t untersucht. Die Ergebnisse dienten zur Aufstellung genauer Stoff- und Wärmebilanzen. Die wichtigsten Ergebnisse sind im folgenden wiedergegeben.

Der Satzkoksverbrauch wurde beim ersten Versuch von 10,70 auf 6,8 % und beim zweiten von 10,88 auf 6,80 % ermäßigt; bei einem Aufwand an Kohlenstaub von 0,93 bzw. 0,79 %. Die gesamte Ersparnis an Brennstoff einschließlich Füll- und Anheizkoks betrug 28,84 bzw. 31,41 %. Das Schmelzeisen hatte ohne Staub beim ersten Versuch 1350° und beim zweiten 1400° und mit Staub beim ersten Versuch 1365° und beim zweiten 1395°. Die stündliche Schmelzleistung wurde durch die Zusatzfeuerung von 5267 auf 6889 kg, also um 30,8 %, bzw. von 6203 auf 7629 kg, also um 23,0 % erhöht. Der thermische Wirkungsgrad, das ist das Verhältnis des Wärmeinhalts des Schmelzeisens zu der Wärmemenge, die sich bei vollständiger Verbrennung des aufgewandten Brennstoffs zu Kohlensäure ergeben haben würde, stieg beim ersten Versuch von 37,00 auf 50,74 % (Steigerung 37,14 %) und beim zweiten von 34,76 auf 47,77 % (Steigerung 37,43 %). In der Gichtgasanalyse kommt die bessere Brennstoffausnutzung unter dem Einfluß der Zusatzfeuerung durch eine Verminderung des Kohlenoxydgehaltes um 45,5 bzw. 38,5 % zum Ausdruck.

Ein höherer Abbrand an Eisen konnte nicht festgestellt werden. Derselbe betrug in beiden Fällen im Mittel nur rd. 0,3 %. Der Schwefelgehalt nimmt nach den Mittelwerten aus 300 bis 400 Betriebsanalysen entsprechend dem geringeren Koksverbrauch durch die Zusatzfeuerung von 0,107 auf 0,87 %, also um rd. 19 % ab. Die Schlackenmenge wurde in den beiden Fällen durch die Zusatzfeuerung um 8,22 bzw. 18,94 % ermäßigt. Eine Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften durch das neue Verfahren erfolgt nach den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung sowie nach sehr zahlreichen Betriebsversuchen nicht.

Nach Versuchen aus der allerletzten Zeit ist es möglich, das Schmelzverfahren mit Zusatzfeuerung so zu leiten, daß sich im Kuppelofen ein hochwertiges Gußeisen mit einer Biegefestigkeit von 46 bis 58 kg/mm² bei 10 bis 13 mm Durchbiegung und einer Zugfestigkeit von 28 bis 35 kg/mm² im laufenden Betrieb mit Sicherheit herstellen läßt. Das neue Verfahren, das bezüglich der Brennstoff- und Zeitersparnis sehr beachtenswerte Vorteile bietet, wird dadurch noch erheblich wertvoller.

American Foundrymen's Association.

(30. Hauptversammlung 27. September bis 1. Oktober in Detroit. Fortsetzung von Seite 710.)

Ein Vortrag von R. A. Bull, Chicago, betraf

Die amerikanische Stahlgußindustrie, ihre Entwicklung, derzeitigen Ziele und Zukunftsmöglichkeiten.

Entsprechend dem Titel zerfällt auch der Vortrag in mehrere Teile. Der erste, eine geschichtliche Einleitung, bringt wenig Neues. Es wird ausgeführt, daß die amerikanische Stahlgießerei eine noch junge Industrie ist und erst in der neuesten Zeit mehr hervorgetreten ist. Zu den ersten, von der Gießerei der William Butcher Steel Works gefertigten Stahlgußteilen gehörten Herzstücke für die Philadelphia- and Reading-Eisenbahn, die zum Teil 37 Jahre, bis 1894, in Gebrauch waren. Bis um das Jahr 1887 kann aber nur von vereinzelter Darstellung von Stahlguß gesprochen werden; um diese Zeit kamen dann Walzen und Teile für schwere Geschütze in Stahlguß auf und lenkten die Aufmerksamkeit auf die Verwendbarkeit dieses Werkstoffes. Es folgte die Benutzung nicht getrockneter Sandformen, die zur Ueberwindung der durch die Schwindung hervorgerufenen Schwierigkeiten viel beitrugen. Nach 1895 begann die Einführung von Oel zur Beheizung der Siemens-Martin-Oefen, wodurch die Aufnahme von Schwefel aus aus minderwertigen Brennstoffen gewonnenen Gasen durch den Stahl wegfiel. Abnehmer von Stahlgußstücken waren zu jener Zeit vornehmlich die Eisenbahnen. Bereits vor der Jahrhundertwende wurde die Desoxydationsfrage brennend, da sehr viele Stahlgußteile Gasblasen aufwiesen. Man benutzte vornehmlich 12- bis 13prozentiges Ferrosilizium, auch Karborundum mit etwa 60 % Si, 35 % C, 1,5 % Fe und 1,5 % Al.

Verhältnismäßig geringe Dehnbarkeit kennzeichnete den Stahlguß zu Beginn unseres Jahrhunderts. Ein Durchschnittserzeugnis aus dem basischen Siemens-Martin-Ofen mit 0,28 % C hatte nach der damals üblichen Behandlung bei 49 kg/mm² Zugfestigkeit nur 8 % Dehnung. Stahl aus dem sauren Siemens-Martin-Ofen zeigte damals allgemein etwas höhere Dehnung, ohne aber auch nur entfernt an die heutigen Zahlen zu kommen. Es folgten die Gründung des Amerikanischen Verbandes für die Materialprüfung im Jahre 1902 und der Uebergang von der Betriebserfahrung zum wissenschaftlichen Arbeiten, zur chemischen Analyse, zur Warmbehandlung und zur Einführung von Prüfungsvorschriften.

Ueber die Erzeugungszahlen liegen die ersten zuverlässigen Angaben aus dem Jahre 1898 vor. Damals überstieg die Menge des Tiegelstahls mit über 4000 t die des Birnenstahls. 1912 wurden mehr als 20 000 t Stahlguß im Tiegel erschmolzen, von da an verlor der Tiegelstahl dauernd an Bedeutung, bis seine Erzeugung 1921 auf 748 t ankam. Für 1925 wird wieder eine Erzeugung von 1862 t Tiegelstahlguß angegeben, immerhin weniger als 10 % der Erzeugung von 14 Jahren früher. Hohe Unkosten und kurze Lebensdauer der Tiegel haben die Ausbreitung des Tiegelverfahrens verhindert. Trotz verhältnismäßig hoher Schmelzverluste — einschließlich Kuppelofen etwa 15 % — erwies sich das Birnenverfahren als billiger, das zudem dem jeweiligen Bedarf der Gießerei entsprechend gestaltet werden kann. Die Kleinbessemerei kam um 1905 in Amerika zu größerer Bedeutung, und zwar, wie anderswo, in erster Linie für die Herstellung kleiner und dünnwandiger Stücke, für die der Siemens-Martin-Ofen sich weniger eignet. Die Zunahme der Erzeugung an Stahlgußstücken aus dem Konverter zeigen folgende Zahlen:

1899 unter	4 000 t,
1905	22 000 t,
1910 gegen	60 000 t,
1918 über	160 000 t.

Von 1918 an trat der Elektroofen mehr und mehr an die erste Stelle. Der erste Elektrostahl in den Vereinigten Staaten wurde von der Halcomb Steel Company und der Firth-Sterling Steel Company gleichzeitig im Jahre 1908 erschmolzen. Die erste Elektrostahlgießerei war die Lebanon Steel Foundry, die 1912 die regelmäßige Erzeugung von Handelswaren in Elektrostahl aufnahm. Mehrere andere Werke, die anfangs den Elektroofen für die Darstellung von Walz- oder Schmiedestahl verwendet hatten, stellten ihren Betrieb nun auch auf Stahlguß um. Im Jahre 1912 hatte die Erzeugung an Elektrostahlguß wenig über 4000 t betragen, 1913 erreichte sie bereits 9200 t. Neben den bekannten Vorzügen der Güte von Elektrostahlguß ergab sich auch, daß, wie auf der Tagung 1925 der American Foundrymen's Association ausgesprochen wurde, der Betrieb eines Elektrostahlofens weniger Geschicklichkeit erfordert als der eines Siemens-Martin-Ofens oder einer Birne.

Die Herstellung des 1888 von Sir Robert Hadfield in England erfundenen Manganstahls mit 12 bis 13 % Mn wurde vier Jahre später von der Taylor-Wharton Iron and Steel Company zu High Bridge, New Jersey aufgenommen.

Innerhalb der im Jahre 1896 gegründeten American Foundrymen's Association traten erst nach 1911 die

Stahlgießer durch Vorträge hervor. Heute sind etwa 200 Stahlgießereien Mitglied dieser technischen Vereinigung. Die wirtschaftlichen Belange der amerikanischen Stahlgießereien werden durch die 1902 gegründete Steel Founder's Association of America vertreten.

Aus den vorstehenden Angaben geht schon hervor, daß vor Eintritt der Vereinigten Staaten in den Weltkrieg der Bedarf an Stahlguß gering war. Er betrug 1913 wenig mehr als 1 000 000 t, 1914 unter 700 000 t. Während eines jeden der kritischen Kriegsjahre 1916 bis 1918 blieb die Erzeugung dagegen auf rd. 1 400 000 t. 1917 wurden 1 463 000 t erreicht. Diese Zahl wurde 1923 mit 1 481 000 t überschritten. Eine Uebersicht über die Leistungsfähigkeit der amerikanischen Stahlgießereien zeigt folgende Zusammenstellung:

Saure Siemens-Martin-Oefen	954 641 t
Basische Siemens-Martin-Oefen . .	923 935 t
Zusammen . . .	1 878 576 t
Elektroöfen	603 031 t
Konverter	150 929 t
Tiegelöfen	3 790 t
Sonstige Verfahren	27 940 t
Zusammen . . .	2 664 266 t

Die tatsächliche Stahlgußerzeugung stellte sich 1925 nach der Statistik des American Iron and Steel Institute wie folgt:

Saure Siemens-Martin-Oefen	469 700 t
Basische Siemens-Martin-Oefen . .	462 567 t
Zusammen . . .	932 267 t
Elektroöfen	284 006 t
Konverter	54 695 t
Tiegelöfen	1 862 t
Zusammen . . .	1 272 830 t

Die Stahlgußerzeugung im Jahre 1925 betrug also in Prozenten der Leistungsfähigkeit:

Saure Siemens-Martin-Oefen . . .	49 %
Basische Siemens-Martin-Oefen . .	50 %
Elektroöfen	47 %
Konverter	36 %
Tiegelöfen	49 %

Die Leistungsfähigkeit jeder Ofenart gegenüber der Gesamtleistungsfähigkeit drückt sich in Prozenten wie folgt aus:

Saure Siemens-Martin-Oefen . . .	36 %
Basische Siemens-Martin-Oefen .	35 %
Zusammen	71 %
Elektroöfen	23 %
Konverter	5,7 %
Tiegelöfen	0,14 %

Während im Jahre 1910 die Siemens-Martin-Oefen noch 90 % der Gesamterzeugung an Stahlguß in den Vereinigten Staaten lieferten, brachten sie es 1925 nur auf 73 %. Elektrostahlguß machte 1925 etwa 22 % aus, der Prozentsatz hatte sich in sieben Jahren verdoppelt. An Konverterstahl wurden im Jahre 1925 etwa 4 % hergestellt, innerhalb acht Jahren war eine Abnahme um über 11 % erfolgt. Die höchste Erzeugungszahl überhaupt wurde im Jahre 1923 mit rd. 1 470 000 t erreicht. Die Zahl der 1926 in Betrieb stehenden Stahlgießereien der Vereinigten Staaten stellte sich auf 357, davon 182 Elektrostahlgießereien.

Uebergehend auf die Verwendung von Stahlguß, weist der Verfasser besonders darauf hin, daß Schmiedestahl, Stahlguß und Temperguß jedes in besonderen Fällen am vorteilhaftesten anzuwenden sind. Wesentlich ist für Stahlguß eine fachkundige Warmbehandlung nach dem Guß, wodurch erst hochwertige Eigenschaften erreicht werden. Ein Unding ist es, daß neuerdings verschiedentlich vom Abnehmer versucht wird, außer den Gehalten an Phosphor und Schwefel auch die an anderen Elementen und dazu bestimmte Mindestfestigkeiten vorzuschreiben, da meist dem Abnehmer genügend Fachkenntnisse fehlen.

Von den Aufgaben, die in Zukunft von den Stahlgießereien besonders zu behandeln sind, betrifft die erste den Formsand. Man wird mehr zu achten haben auf die sorgfältige Zuteilung der Zusatzstoffe, auf gründliches Mischen, auf gleichmäßige Feuchtigkeit und auf richtige Behandlung des aufbereiteten Sandes bei der Aufbewahrung und beim Transport wie auch durch den Former. Man wird nach Mitteln suchen müssen, um die Feuerbeständigkeit des Sandes täglich im Betrieb bestimmen zu können und dadurch einer Verschlechterung des Haufensandes vorzubeugen. Mit der Feuchtigkeit des Sandes hängt zum Teil auch die Frage der Entgasung des Stahles zusammen. Weiter wäre festzustellen, ob eine Beigabe von Aluminium zwecks Entgasung tatsächlich, wie manchmal behauptet wird, schädlich wirkt. Dann ist die Weiterausbildung der Warmbehandlung des Stahles anzustreben. Endlich empfiehlt der Verfasser noch das Studium der Anordnung von Trichtern und Einläufen und der chemischen Zusammensetzung des Stahles. *C. Geiger.*

Ueber Versuche zur Bestimmung der

Feuerfestigkeit von Formsand

sprach D. W. Trainer jun., Ithaca, N. Y. Da der Hauptbestandteil, der Quarz, einen festliegenden Schmelzpunkt hat, muß die Lage des Schmelzpunktes hauptsächlich von der Art und Menge der Bindemittel abhängen. Wenn trotzdem, wie schon bekannt, Sande mit dem gleichen Tongehalt verschiedene Feuerfestigkeit besitzen, so ist dies auf Unterschiede in der Zusammensetzung der Bindestoffe zurückzuführen. Als erste Versuchsreihe stellte er Mischungen aus reinem Sand und steigenden Mengen eines unreinen glazialen Tones her und formte Kegel daraus. Diese wurden stufenweise zwischen 1000 und 1500° gebrannt und ihr Schmelzpunkt beobachtet. Mischungen mit 50 % Ton zeigten den Schmelzpunkt des Tones. Dagegen stieg der Schmelzpunkt, wie zu erwarten war, mit sinkendem Tongehalt.

Da die Versuche mit Schmelzkegeln nur einen rohen Vergleich ergaben, wurden bei den folgenden Versuchen aus den Sand-Ton-Mischungen Vierkantstäbchen von 7,6 × 3,8 × 0,6 cm geformt und einer eigenartigen Biegeprüfung unterworfen. Sie wurden an zwei Enden durch Schneiden im Abstand von 5 cm unterstützt im Muffelofen bei 1350° geglüht. Je nach der Lage der Erweichungstemperatur bogen sich die Stäbchen verschieden stark durch. Die Stärke der Durchbiegung als Maß der Feuerfestigkeit deckte sich mit dem vorher festgestellten Erweichungsgrad. Die Biegeprüfung konnte deshalb auf 42 natürliche Sande verschiedenster Herkunft und schwankender Zusammensetzung angewandt werden.

Die Bestimmung der Verteilung der Korngröße ergab, daß sie trotz starker Unterschiede die Feuerfestigkeit kaum beeinflußt. Durch die Untersuchung des Rückstandes der Siebanalyse wurden bei einigen Sanden gleichen Flußmittelgehalts die Gründe verschiedener Feuerfestigkeit gefunden. Solche Sande nämlich, die unter dem Mikroskop viel unreine Quarzkörner mit festen Ton- oder Eisenoxydschalen zeigten, hatten verminderte Feuerfestigkeit. Es ist anzunehmen, daß die innige Berührung von Quarz und Flußmitteln das frühere Schmelzen verursacht. Im ganzen erwies sich die Biegeprüfung bei hohen Temperaturen als ein kennzeichnendes Unterscheidungsmittel für Formsande. Zur Ergänzung der Versuche wurde der Tongehalt durch Schlämmen aus den Formsandproben abgetrennt und dessen Feuerfestigkeit an Kegeln bestimmt. Es ergaben sich starke Unterschiede, Schmelzpunkte zwischen 1210 und 1510°. Die chemische Analyse der abgeschlämmten Tone zeigte, daß mit steigendem Gehalt an Gesamtflußmitteln die Feuerfestigkeit sinkt, daß dagegen der Gehalt an Eisenoxyd wenig Einfluß darauf ausübt. Um die Feuerfestigkeit eines Sandes zu erfassen, genügt es demnach nicht, nur die Tonmenge festzustellen, sondern es ist wertvoll, auch die Feuerfestigkeit des Tones zu bestimmen. Nach Trainer ist die Kenntnis des Schmelzbeginns und des vollständigen Schmelzens auseinanderzuhalten; beides ist wissenswert. Der Schmelzbeginn wird am besten mit

der quantitative Zahlen liefernden Biegeprüfung an Stäbchen erfaßt; das Schmelzen wird gekennzeichnet durch die Bestimmung des Schmelzpunktes der abgetrennten Bindemittel. Die Menge des Tones beeinflußt weniger die Feuerfestigkeit eines Formsandes als seinen Schmelzpunkt. Dr. *Fr. Hartmann.*

Dr. Richard Moldenke, Watchung, N. J., berichtete über

Dauerformen und langlebige Formen.

Die Auswahl des Baustoffes für Dauerformen richtet sich nach dem zu vergießenden Metall, weil die von ihm eingebrachte Wärmemenge ausschlaggebend ist. Nach dem Grade der Feuerbeständigkeit geordnet können Formen aus Gips, Metall, Metall mit Schutzüberzügen, gewöhnlicher Formsand und Stahlgußformsand angewendet werden. Außer der Feuerbeständigkeit ist die Einwirkung des Metalls auf die Form, besonders in Abhängigkeit von der Gießtemperatur, ferner der Einfluß der Form auf das Gußmetall maßgebend.

Die Ursache für die schnelle Zerstörung von Sandformen besteht im Wegspülen der Oberflächenschicht und hierdurch ermöglichtes Eindringen des Metalls in die entstandenen Vertiefungen. Auf dem Wege zur Vermeidung dieser Erscheinung gelangte man von der einfachen Sandform mit feuerfestem Schutzüberzug schließlich zur nicht geschützten Metallform. Das Endglied dieser Entwicklung bildet gegenwärtig die aus hochwertigstem Stahl bestehende Drehform zur Erzeugung von Schleudergußrohren. Immerhin kann auch diese noch nicht als Dauerform bezeichnet werden, sondern höchstens als langlebige Form.

Wir wissen heute, daß die Eigenschaften von Gußmetallen im wesentlichen von der Abkühlungsgeschwindigkeit nach dem Guß abhängig sind; sie läßt sich durch geschickte Auswahl und Behandlung des Formstoffes in weiten Grenzen regeln. Die Reihenfolge zur Erzielung schnellster bis langsamster Abkühlungsgeschwindigkeit wäre etwa: kalte Metallformen, angewärmte Metallformen, grüne Sandformen, getrocknete Sandformen, Lehmformen und schließlich angewärmte Sand- oder Lehmformen. Die letztgenannte Art ermöglicht es bekanntlich, ein Gußeisen mit niedrigem Siliziumgehalt selbst in dünnen Wandstärken grau erstarren zu lassen. Die weitere Entwicklung bewegt sich in der Anwendung von hochfeuerbeständigen Schutzüberzügen auf Metallformen.

Der Verfasser mag recht haben, wenn er bei Betrachtung der Nachteile und hohen Anlagekosten von metallenen Dauerformen, die dazu in den meisten Fällen diesen Namen nicht verdienen, den richtigeren Weg zur Massenherstellung in einer Weiterentwicklung der Sandformverfahren sieht, etwa durch Herabsetzung der Sandkosten durch Verwendung von synthetischem Formsand, Verbilligung der Sandtransporte, Verbesserung der Formmaschinen und wiederholten Gebrauch einzelner Formteile. *C. P.*

Leon Cammen, New York, sprach über

Schleuderrohrguß in heißen Drehformen.

Nach Ansicht des Verfassers ist die Verwendung von heißen Drehformen eine Frage der Notwendigkeit, nicht der Wahl. Das trifft zu, wenn der einfachere Weg über die bewegliche Gießrinne nach Briede[1]) und De Lavaud durch Patentschranken versperrt ist. Die Ausführungen behandeln vorwiegend das Schleudern von hohlen Stahlblöcken, die in Rohrwalzwerken weiterverarbeitet werden. In kalten eisernen Drehformen von etwa 2 m Länge wird nicht einmal Gußeisen von einem Ende bis zum anderen fließen, um so weniger Stahl. Erst durch starke Erhitzung der Drehformen in besonderen Oefen wird diese Schwierigkeit überwunden. Es genügt zwar schon eine Temperatur von 175°, um das flüssige Metall auf die ganze Länge der Drehform einzuführen, aber die Rohre fallen dabei schlecht aus. Durch eine sehr starke Erhitzung soll ferner noch das Platzen der Rohlinge in der Drehform vermieden werden. Der Grund für das Bersten ist in der radialen Ausdehnung von kalten Kokillen infolge Wärmeaufnahme aus dem gegossenen Rohr zu suchen, wodurch letzteres an der ausweichenden Drehformwand keinen Halt mehr findet; es genügt alsdann die Festigkeit der glühenden Rohrwand nicht mehr, um der Fließkraft standzuhalten. Die Verhältnisse werden durch die eigene Schwindung des Rohres noch ungünstiger. Hocherhitzte Drehformen haben dagegen ihre Ausdehnung gewissermaßen beendet.

Die an solche heißen Drehformen gestellten Anforderungen, wie große Festigkeit bei Temperaturen von 700 bis 870°, gute Beständigkeit gegen Verzunderung, geringerer Ausdehnungskoeffizient als der des vergossenen Metalls u. a., sind so hoch, daß ein geeigneter Baustoff schwer zu finden ist. Es kommen dafür nur hochchromhaltige Stahllegierungen in Betracht. Die vom Verfasser auf diesem Gebiete gemachten Versuche mit verschiedenen Stoffen und Ausführungsarten haben noch zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt. Als Innenschutz empfiehlt er einen Ueberzug aus Rizinusöl mit Lampenruß, der vor dem Erhitzen aufgetragen wird. *C. Pardun.*

John Howe Hall, High Bridge, berichtete über

Mangan im Stahlguß.

Das Schaubild der Eisen-Mangan-Legierungen von Guillet enthält neben dem austenitischen und martensitischen Feld auch ein Perlitfeld, das in der Metallurgie besondere Bedeutung gewonnen hat. Stähle mit 0,30 bis 0,50 % C und 2 bis 3 % Mn sind perlitisch und lassen sich durch Wasserhärtung von etwa 900° leicht in den harten martensitischen Zustand überführen. Sie haben bei Lufthärtung von etwa 800° eine Festigkeit von etwa 70 kg/mm² bei einer Dehnung von etwa 14 %. In der vorliegenden Arbeit behandelt der Verfasser die Eigenschaften einer Reihe niedriglegierter Mangan- und einiger Mangan-Vanadin-Stahlgußsorten. Der Mangangehalt dieses Stahlgusses lag nicht über 2 % Mn bei einem Kohlenstoffgehalt von 0,20 bis 0,50 %. Die Bestimmung der Streckgrenze im Stahlguß hält der Verfasser für unsicher und schwierig. Man ist daher gezwungen, stets einen Sicherheitsfaktor einzusetzen, und sich durch sorgfältige Wärmebehandlung des Stahlgusses vor Brüchen zu schützen. Die Kerbzähigkeit von geglühtem Stahlguß ist nach Angabe des Verfassers gering. Eine Wärmebehandlung, etwa ein Abkühlen von 800° an Luft, verbessert die Kerbzähigkeit ein wenig auf ungefähr 2 bis 3 mkg/cm². Bessere Werte der Kerbzähigkeit werden durch Normalglühen und nachfolgendes Anlassen für alle Stahlgußsorten mit etwa 2 % Mn erreicht. Die besten Werte werden mit vergütetem Stahlguß erzielt. Vanadin im Stahlguß erhöht die Elastizitätsgrenze und Festigkeit, während die Zähigkeit nicht verbessert wird. Die Zähigkeit von manganlegiertem Stahlguß ist bedeutend höher als die eines nur mit Vanadin legierten Stahles. Auch nickel-chrom-legierter Stahlguß zeigt nur geringe Kerbzähigkeitswerte. Der Verfasser befürwortet einen Mangangehalt im Stahlguß von 1 bis 2 %. Bei diesem Mangangehalt sollen die Eigenschaften des Gußstückes, insbesondere die Zähigkeit verbessert werden und der Guß für Maschinenteile aller Art geeignet sein. *W. Oertel.*

A. Portevin und P. Chevenard, Paris, berichteten in einer längeren Arbeit über

Die Grundlagen und Hauptverwendungsmöglichkeiten der dilatometrischen Metallanalyse.

Die Verfasser begründen einleitend in umfassender Weise die Ueberlegenheit der dilatometrischen Analyse über die rein thermische Analyse (Roberts-Austen, Dejean). Sodann wird die Arbeitsweise einiger im Laufe der letzten zehn Jahre von Chevenard konstruierter und bereits veröffentlichter Dilatometerbauarten beschrieben. Hierbei wird dem Vergleichsstab sowie der Temperaturgleichheit über die Meßlänge des Untersuchungsstoffes weitgehende Beachtung geschenkt. Die ausgedehnte Verwendungsmöglichkeit und Zuverlässig-

[1]) Vgl. St. u. E. 44 (1924) S. 909.

keit der dilatometrischen Metallanalyse wird durch eine große Zahl von Untersuchungen bestätigt. Hierbei unterscheiden die Verfasser zwischen Umwandlungen ohne Phasenänderungen bei ferromagnetischen Stoffen (Nickel, Zementit) und festen Lösungen, und solchen mit Phasenänderungen (reines Eisen, Quarz). Ferner wird auf die Bedeutung des dilatometrischen Untersuchungsverfahrens beim Studium des Härtevorganges hingewiesen. Einen breiten Raum nimmt die dilatometrische Gußeisenforschung ein. Ausgehend von den kennzeichnenden Merkmalen der Komponenten Ferrit, Zementit, Graphit und Austenit, Martensit (bei rascher Abkühlung nach dem Gießen) wird in eingehender Weise der Einfluß von Silizium auf den Karbidzerfall erörtert. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in einem Raumdiagramm zusammengefaßt. Im Anschluß hieran wird der Einfluß des Mangans und Schwefels auf die Zerlegung des Eisenkarbids kurz erläutert. Die nur wenig neue Ergebnisse bringende Arbeit darf als ein zusammenfassender Bericht der in den letzten Jahren von den Verfassern auf dem Gebiete der dilatometrischen Metalluntersuchung ausgeführten Arbeiten angesehen werden.

Hans Esser.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen[1]).

(Patentblatt Nr. 20 vom 19. Mai 1927.)

Kl. 7a, Gr. 3, J 24 523. Walzen von Flanschträgern, insbesondere hoher Träger mit dünnem Steg. Jones & Laughlin Steel Corporation, Pittsburgh (V. St. A.).

Kl. 7a, Gr. 18, K 99 496. Walzwerk. Dr.-Ing. E. h. Rudolf Kronenberg, Haus Kronenberg, Post Immigrath (Rhld.).

Kl. 7a, Gr. 24, M 92 155. Fördervorrichtung für Walzwerke. Morgan Construction Company, Worcester (V. St. A.).

Kl. 7b, Gr. 3, N 24 674. Drahtziehmaschine. Frank Henry Nullmeyer, Struthers, Ohio (V. St. A.).

Kl. 7b, Gr. 4, G 67 574. Vorrichtung zum Reinigen der Ziehöffnungen von Drahtziehmaschinen. W. Gerhardi, Lüdenscheid.

Kl. 7b, Gr. 5, Sch 81 209. Drahthaspel. Schloemann-Akt.-Ges., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7b, Gr. 10, K 99 127. Strangpresse. Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 10a, Gr. 5, O 15 606; Zus. z. Anm. O 14 723. Koksofen. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 10a, Gr. 28, M 94 995. Verfahren und Vorrichtung zur Entleerung fahrbarer, unten offener Aufsetzbehälter zur Trocknung, Erhitzung, Kalzination und Schwelung feinkörniger Stoffe in Kanalöfen. Möller & Pfeifer, Berlin W 10, Friedrich-Wilhelm-Str. 19.

Kl. 21h, Gr. 15, P 52 812. Elektrischer Glüh- oder Schmelzofen. Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen m. b. H., Berlin O 17.

Kl. 24a, Gr. 18, K 92 724. Halbgasschachtfeuerung für minderwertige Staubkohle. Berg- und Hüttenwerks-Gesellschaft, Generaldirektion, Brünn, und Rudolf Kurz, Mistek, Tschechoslowakei.

Kl. 24c, Gr. 7, K 96 520. Umsteuervorrichtung für gasbeheizte Regenerativöfen. Fried. Krupp, A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen a. Niederrh.

Kl. 24e, Gr. 1, F 57 433. Verfahren und Vorrichtung zur ununterbrochenen Erzeugung von Wassergas oder von einem an Wasserstoff oder Kohlenoxyd reichen Generatorgas aus pulverförmigem Brennstoff. Dipl.-Ing. Karl Fischer, Berlin-Zehlendorf, Blumenthalstr. 1.

Kl. 31a, Gr. 1, S 73 939. Verfahren zum Beheizen von Vorherden für Kuppelöfen mit festem, flüssigem oder gasförmigem Brennstoff. Gustav Simon und Dr.-Ing. Paul Rütten, München-Gladbach, Erftstr. 78/80.

Kl. 31c, Gr. 6, A 45 771. Schleudervorrichtung zur Aufbereitung von Formsand und ähnlichen Stoffen. Franz K. Axmann, Maschinenbau-Anstalt, Köln-Ehrenfeld.

Kl. 31c, Gr. 30, B 123 706. Vorrichtung zum Auskernen von Gußstücken. Ernst Brabandt, Berlin SO 36, Wiener Str. 10.

Kl. 40b, Gr. 14, H 101 152. Hitzebeständige und feste Legierung. Heraeus, Vacuumschmelze, A.-G., Hanau a. M.

Kl. 47f, Gr. 8, M 90 278; Zus. z. Pat. 413 262. Innenmuffenverbindung. Mannesmannröhren - Werke, Düsseldorf.

Kl. 49a, Gr. 1, M 92 655. Verfahren zur Bearbeitung von Riemenscheiben und ähnlichen Gußstücken. Meier & Weichelt, Eisen- und Stahlwerke, Leipzig-Lindenau.

Kl. 49e, Gr. 7, W 69 404; Zus. z. Anm. W 63 890. Gewindeschneid- und Abdrehvorrichtung für Rohre. Wilhelm Westerheide, Düsseldorf, Velberter Str. 17.

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

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 20 vom 19. Mai 1927.)

Kl. 1a, Nr. 990 303. Vorrichtung zum Aufbereiten, Trennen und Austragen spezifisch verschieden schwerer Körper. Maschinenbau-Anstalt Humboldt, Köln-Kalk.

Kl. 7a, Nr. 990 398. Blech-Bedienungsvorrichtung für Blechbearbeitungsmaschinen o. dgl. Dipl.-Ing. Eugen Hinderer, Hamborn a. Rh., Kronstr. 10.

Kl. 7b, Nr. 990 801. Einrichtung zur Herstellung von Metallüberzügen auf den Innen- oder (und) Außenflächen von nahtlos gewalzten oder gezogenen metallenen Hohlkörpern, wie Eisenrohre, Stahlrohre o. dgl. Rudolf Traut, Mülheim a. d. Ruhr, Friedrichstr. 69.

Kl. 10a, Nr. 991 091. Türabhebevorrichtung mit Koksführungsschild zur Bedienung der Koksofentüren. Rudolf Wilhelm, Essen-Altenessen, Pielstickerstr. 11.

Kl. 10a, Nr. 991 103. Aufklappbare Planiertür mit Keilverschluß. Rudolf Wilhelm, Essen-Altenessen, Pielstickerstr. 13.

Kl. 24e, Nr. 990 212. Schlackengenerator. Max Birkner, Berg.-Gladbach.

Kl. 24e, Nr. 990 486. Drehrostgenerator. Aug. Klönne, Dortmund, Körnebachstr. 1.

Kl. 31b, Nr. 990 795. Vorrichtung zum Dämpfen harter Kolbenstöße beim Betriebe von Rüttelformmaschinen mit zwei im gleichen Zylinder über- und ineinander verschiebbaren Kolben. Alfred Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Altona-Ottensen.

Kl. 31b, Nr. 991 018. Steuerventil für Rüttelformmaschinen. Alfred Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Altona-Ottensen.

Kl. 31b, Nr. 991 019. Formkastenauflage für Wende-, Rüttel- und Umrollformmaschinen. Alfred Gutmann, A.-G. für Maschinenbau, Altona-Ottensen.

Kl. 31c, Nr. 990 696. Vorrichtung zur Formverriegelung für zwei- oder mehrteilige Spritzgußformen. Eckert & Ziegler, G. m. b. H., Nürnberg, Ludwig-Feuerbach-Str. 67/69.

Kl. 31c, Nr. 990 987. Kernkasten- und Zementformen-Eck-Schnellverschluß. Friedrich Deyle, Göppingen.

Kl. 35b, Nr. 990 494. Chargierkran für Stahlwerke. Hans Burkert, Breslau, Feldstr. 18.

Kl. 42i, Nr. 990 520. Schmelzpunktbestimmungsapparat. Gustav Müller, Ilmenau.

Kl. 42k, Nr. 991 067. Bolzenkraftprüfer. Losenhausenwerk, Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 80c, Nr. 990 285. Druckluftverteiler für Schachtöfen. Dr. Ludwig Sauer, Augsburg, Ulmer Str. 123.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 80b, Gr. 3, Nr. 441 365, vom 22. Januar 1924; ausgegeben am 28. Februar 1927. Vereinigte Stahlwerke, Akt.-Ges., in Düsseldorf. *Verfahren zum Erzeugen von Roheisen und einer unmittelbar als Zement verwendbaren Schlacke im Hochofen.*

Bei Führung einer hoch kalkhaltigen oder einer hoch tonerdehaltigen Schlacke wird der Wind mit Sauerstoff angereichert.

Zeitschriften- und Bücherschau

Nr. 5[1]).

Die nachfolgenden Anzeigen neuer Bücher sind durch ein am Schlusse angehängtes ▬ B ▬ von den Zeitschriftenaufsätzen unterschieden. — Buchbesprechungen werden in der Sonderabteilung gleichen Namens abgedruckt.

Allgemeines.

La Verne W. Spring, A. B., Chief chemist and metallurgist, Crane Co., Chicago: Non-technical Chats on iron and steel and their application to modern industry. With 342 ill. and diagrams. (2nd), new and revised ed. New York: Frederick A. Stokes Company (1927). (XVI, 465 p.) 8⁰. Geb. 4 $. ▬ B ▬

Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern. Bd. 5, H. 3. Unter Mitwirkung von Dr. Fritz Ahrberg [u. a.] hrsg. von der Zentralstelle für wissenschaftlich-technische Forschungsarbeiten des Siemens-Konzerns. Berlin: Julius Springer 1927. (225 S.) 4⁰. — Darin u. a.: 1. Metall-Einkristalle. Von K. W. Haußer und P. Scholz (S. 144/64). 2. Zur Frage der Blaubrüchigkeit des Eisens und seiner Anomalien bei der plastischen Beanspruchung. Von G. Masing (S. 188/98). 3. Ueber die analytische Trennung von Chrom, Wolfram, Molybdän und Vanadin und ihre Anwendung auf die Untersuchung stellitähnlicher Legierungen. Von E. Cremer und B. Fetkenheuer (S. 199/203). ▬ B ▬

Geschichtliches.

H. Garland, Major, and C. O. Bannister, Professor of Metallurgy in the University of Liverpool: Ancient Egyptian Metallurgy. With frontispiece and 113 other illustrations, including many photo-micrographs. London (WC 2, Drury Lane): Charles Griffin & Company, Ltd., 1927. (XI, 214 p.) 8⁰. *S* 12/6 d. ▬ B ▬

Herbert Dickmann: 60 Jahre Lürmannsche Schlackenform.* Entstehung der ersten Schlackenform. Zeichnung aus dem Jahre 1874. [St. u. E. 47 (1927) Nr. 15, S. 634/5.]

John Nelson: 70jähriges Bestehen der Drahtwerke George W. Prentiss & Co.* Entwicklung des Werkes. [Iron Age 119 (1927) Nr. 9, S. 627/30.]

Allgemeine Grundlagen des Eisenhüttenwesens.

Physik. J. Wallot: Zur Definition der magnetischen Feldgrößen. Zuschriftenwechsel mit H. Dießelhorst, Brion, W. Otto, H. Görges. [E. T. Z. 48 (1927) Nr. 13, S. 426/32; Nr. 14, S. 482/5.]

Handbuch der Physik. Unter redaktioneller Mitwirkung von R. Grammel-Stuttgart, F. Henning-Berlin [u. a.] hrsg. von H. Geiger und Karl Scheel. Berlin: Julius Springer. 4⁰. — Bd. 7: Mechanik der flüssigen und gasförmigen Körper. Bearb. von J. Ackeret, A. Betz [u. a.]. Redigiert von R. Grammel. Mit 290 Abb. 1927. (XI, 413 S.) 34,50 *RM*, geb. 36,60 *RM*. ▬ B ▬

Angewandte Mechanik. G. H. Keulegan: Statische Hysteresis bei der Biegung von Probestäben.* [Techn. Papers Bur. Standards Nr. 332 (1926).]

Chemie. Edith Josephy: Die Fortschritte der physikalischen Chemie seit 1924. Auszügliche Schrifttumswiedergabe über Arbeiten aus den Gebieten Atomtheorie, Radioaktivität, Kristallstruktur, Valenz, Kinetik, Photochemie und Elektrochemie. [Z. angew. Chem. 40 (1927) Nr. 7, S. 189/98.]

Kolloidchemische Technologie. Ein Handbuch kolloidchemischer Betrachtungsweise in der chemischen Industrie und Technik. Unter Mitarbeit von Dr. R. Auerbach [u. a.] hrsg. von Dr. Raph. Ed. Liesegang, Frankfurt a. M. Mit vielen Abb. Dresden und Leipzig: Theodor Steinkopff. 4⁰. Lfg. 8 bis 10. 1927. (S. 561/800.) Jede Lfg. 5 *RM*. ▬ B ▬

Chemische Technologie. Otto Ruff und Paul Mautner: Die aktiven Formen der Kieselsäure (das Silikagel) und deren Adsorptionsvermögen. Das Silikagel, seine Herstellung und Eigenschaften. Die Porenkiesel. Technische und wissenschaftliche Bedeutung der aktiven Kieselsäure, z. B. zum Trennen und Trocknen von Gasen. [Z. angew. Chem. 40 (1927) Nr. 15, S. 428/33.]

Bergbau.

Allgemeines. Filip Ericson: Der neue staatliche Erzvertrag. Erörterung des neuen Erzvertrages zwischen dem schwedischen Staat und der Grängesberg Gesellschaft. Vorteile für beide Teile. Wesentlich erhöhte Abbaumöglichkeiten. [Tekn. Tidskrift 57 (1927) Allmänna Avdelningen 13, S. 108/9.]

Walter Buchler: Die Kohlenindustrie Japans. Vorräte und Ausbeute der Kohlenbezirke in Japan, Korea und der Mandschurei. Angabe der größeren Handelsgesellschaften. Arbeitsverhältnisse. Ein- und Ausfuhr. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3086, S. 642.]

Lagerstättenkunde. E. Krenkel: Die Kohlenfelder Transvaals.* Geologischer Aufbau. Lage, Größe und Beschaffenheit der Kohlenflöze im Witbank- und Springs-Heidelberg-Bezirk. [Glückauf 63 (1927) Nr. 18, S. 637/45.]

Per Geijer: Die Eisenerze Nordafrikas.* Geologische und bergmännische Studie auf Grund einer 1926 durchgeführten Studienreise durch Französisch- und Spanisch - Nordafrika. Literaturzusammenstellung. [Jernk. Ann. 111 (1927) Nr. 3, S. 111/30.]

K. Hummel: Ueber verschiedene Arten von Eisenmanganerzlagerstätten in Deutschland. (Ein Beispiel für geologische Konvergenzerscheinungen.) Eisenmanganerzlagerstätte als reine Verwitterungsbildungen (Lindener Mark). Eisenmanganerzlagerstätten juvenilen Ursprungs (Bieber im Spessart). Von aufsteigenden vadosen Lösungen abgesetzte Eisenmanganerzlagerstätten. Zusammenfassung und Schluß. [Z. prakt. Geol. 35 (1927) Nr. 2, S. 17/22; Nr. 3, S. 38/42.]

Herbert P. T. Rohleder: Kohlen- und Eisenerzvorkommen in Nord-Irland. Größe und Art der Lagerstätten in Ulster. [St. u. E. 47 (1927) Nr. 15, S. 638/9.]

Svante Wennberg: Das neuentdeckte schwedische Erzrevier. Entdeckung des Wästerbottenreviers in Südlappland mit Hilfe der Potentialmethode. Inhalt und Ausdehnung der Lagerstätte (hauptsächlich Kupferkiese). [Intern. Bergwirtsch. 2 (1927) Nr. 4, S. 73/6.]

Weltlagerstättenkarte. Carte des gîtes minéraux du monde. Map of the mineral deposits of the world. Mapa de los yacimientos del mundo. Hrsg. von der Preußischen Geologischen Landesanstalt. Bearb. von O. Hausbrand [u. a.] Redaktion: L. von zur Mühlen. 8 Blätter im mittleren Maßstab von 1 : 15 000 000 nebst Erläuterungsband „Bergwirtschaftliche Tabellen". Berlin: Dietrich Reimer (Ernst Vohsen) (1927). Karte (in Mappe) 4⁰; Erl.-Bd. (X, 312 S.) 8⁰. Karte unaufgezogen, 8 Blätter auf je 27 × 32 cm gefalzt und in Umschlag gelegt, Ergänzungsband geh., zus. 120 *RM*; Karte auf Leinwand aufgezogen, 8 Blätter auf 27 × 32 cm gefalzt und in einer festen Mappe vereinigt, Ergänzungsband gbd., zus. 144 *RM*; 8 Kartenblätter als 2 Planigloben von je 157 × 182 cm Größe auf Leinwand aufgezogen (Wandkarten), Ergänzungsband gbd., zus. 150 *RM*. ▬ B ▬

Aufbereitung und Brikettierung.

Allgemeines. Drescher: Rationalisierung in der Aufbereitung.* Prüfung der Rationalisierungsmöglichkeit bei Rohstoffen. Verfahren, Betrieb und Wirt-

[1]) Siehe St. u. E. 47 (1927) S. 713/27.

schaft von Aufbereitungsanlagen. [Metall Erz 24 (1927) Nr. 9, S. 201/5.]

Kohlen. James S. Carson: Die trockene Kohlenaufbereitung.* Wirtschaftlichkeit der Aufbereitung. Beschreibung einer Anlage mit Klaubebändern, einem auf Grund verschiedener Reibungskoeffizienten wirkenden Spiralseparator und durch Gebläsewind bewirkten Aufbereitung. Betriebsergebnisse. Erörterung. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3087, S. 676/7.]

Erze. A. Wagner: Der gegenwärtige Stand der Verfahren zur Stückigmachung von Eisenerzen.* Zahlenmäßige Entwicklung der Verfahren zur Stückigmachung von Eisenerzen seit 1910. Zusammenstellung von Körnungen verschiedener zum Agglomerieren geeigneter Feinerze. Die Möglichkeit, Feinerze direkt zu verhütten. Brikettierungsverfahren ohne Anwendung von Hitze. Verformung mit nachfolgender Wärmebehandlung. Agglomerier- bzw. Sinterungsverfahren, die ohne vorherige Formung des Rohgutes durch Anwendung hoher Temperatur ein Sintern der Feinerzteile herbeiführen. Die Einwirkung agglomerierter Feinerze auf den Hochofengang. Theorien über die Vorgänge bei der Erzsinterung. Zusammenfassung. [St. u. E. 47 (1927) Nr. 15, S. 613/26; Nr. 16, S. 659/62.]

Rösten. Hitzebeständige Legierungen zum Bau von Erzröstöfen.* Benutzung der aus „Fahrite CS" (hochchromhaltigem Stahlguß) hergestellten Rührarme eines Mac Dougall-Ofens als Rekuperatoren zur Vorwärmung der Verbrennungsluft. [Fuels Furn. 5 (1927) Nr. 2, S. 235/6.]

Agglomerieren und Sintern. Edward J. Tournier: Das Aufladen und Anzünden von Erz zum Sintern.* Beschreibung und Arbeitsweise einer Greenawalt-Sinteranlage, bestehend aus kippbarem Rost mit Oelfeuerung. [Iron Age 119 (1927) Nr. 16, S. 1138/41.]

Erze und Zuschläge.

Eisenerze. Ernest F. Burchard: Die Alabama-Erze im Vergleich zu den Lagerstätten an den Seen. Erzsorten und Größe der Lager in Alabama. Wirtschaftliche Bedeutung der gleich großen Kohlenvorräte. [Iron Age 119 (1927) Nr. 12, S. 847/50.]

Eisenmanganerze. T. L. Joseph, P. H. Royster und S. P. Kinney: Verwertung manganhaltiger Eisenerze. Augenblicklicher Gebrauch der manganhaltigen Eisenerze. Ferromangan und mittelbare Legierungen aus Cuyuna-Erzen. Versuche im Laboratorium und Hochofen. Verteilung des Gases und der festen Bestandteile im Ofen. Gebrauch von geringwertigerem Spiegeleisen. [Techn. Paper Bur. Mines Nr. 393 (1926).]

Brennstoffe.

Allgemeines. Ulrich Springer und Gustav Abele: Beitrag zur Abgrenzung der Begriffe Torf und Braunkohle. Bestimmung auf Grund botanischer oder petrographischer Merkmale zu subjektiv. Auch Keppelers „Vertorfungsgrad" nach säureunlöslichen Bestandteilen nicht eindeutig. Vorschlag der Bestimmung des Pentosangehaltes, da in Braunkohlen nur vereinzelt vorkommend. [Brennstoff-Chem. 8 (1927) Nr. 8, S. 117/20.]

Erdmann Kothny, Prof. Dr. techn.: Die Brennstoffe. Ihre Einteilung, Eigenschaften, Verwendung und Untersuchung. Mit 11 Fig. im Text und 33 Zahlentaf. Berlin: Julius Springer 1927. (73 S.) 8°. 1,80 *RM.* (Werkstattbücher für Betriebsbeamte, Vor- und Facharbeiter, hrsg. von Eugen Simon. H. 32.) **B**

Steinkohle. Proceedings of the International Conference on Bituminous Coal. New developments in utilization. (1st Conference:) November 15—18, 1926. Pittsburgh, Pennsylvania: Carnegie Institute of Technology [1927]. (XI, 830 p.) 8°. Geb. 7 $. **B**

Minderwertige Brennstoffe. O. P. Hood und W. W. Odell: Untersuchungen über Aufbereitung und Verbrauch von Lignit.* Geschichtlicher Rückblick. Schwelerei, Verkokung, Hydratisieren, Brikettieren von Lignit. Apparate dazu. Analysen von Rohstoff und verarbeitetem Lignit. [Bull. Bur. Mines Nr. 255 (1926).]

Sonstiges. W. A. Selvig, P. Nicholls, W. L. Gardner und W. E. Muntz: Die Schmelzbarkeit von Kohlenaschen und die Bildung von Klinkern. Laboratoriumsversuch über Schmelzbarkeit der Asche bildenden Bestandteile. Einfluß der verschiedenen Feuerungsarten auf Ausbildung der Asche. Beziehung zwischen Klinkerbildung und chemischer Zusammensetzung. [Bull. Min. Met. Investigations Nr. 29 (1926).]

Veredlung der Brennstoffe.

Allgemeines. Bror Holmberg und Axel F. Enström: Brennstoffveredlung.* Chemie der Brennstoffveredlung; chemischer Aufbau der Rohbrennstoffe, Verfahren zu deren Veredlung (nur Hauptgesichtspunkte, kein näheres Eingehen). Die heutige Anwendung und die relative Bedeutung von festen und flüssigen Brennstoffen. [Ingeniörs Vetenskaps Akademien. Meddelande Nr. 65 (1927).]

Koks und Kokereibetrieb. R. A. Mott: Ein Versuch über Koksbildung.* Eignung verschiedener englischer Kohlen zur Verkokung. Vorgang der Verkokung. [Fuel 6 (1927) Nr. 5, S. 217/31.]

D. J. W. Kreulen: Ein Laboratoriumsversuch über Bildung und Aufbau von Koks.* Makro- und Mikrostruktur von Koks, erhalten bei Bestimmung der flüchtigen Bestandteile, plötzlichem Erhitzen und Verschwelen nach Fischer-Schrader. Einfluß der Kohlenkorngröße und des Zusatzes träger Stoffe (Graphit und Sand). Fuel 6 (1927) Nr. 4, S. 171/82.]

G. A. Brender à Brandis und J. W. Le Nobel: Eine vergleichende Untersuchung über die Reaktionsfähigkeit von Koks. Wichtigkeit der richtigen Auswahl von Koks für den jeweiligen Verwendungszweck. Schaffung zuverlässiger Laboratoriumsverfahren zur Bestimmung der Reaktionsfähigkeit. Kritische Erörterung der bisher bekannten Bestimmungsverfahren. Katalytischer Einfluß der Aschenbestandteile. [Het Gas 47, 37/47. Delft, Labor. voor Scheikundige Technologie d. Techn. Hoogeschool nach Chem. Zentralbl. 98 (1927) I, Nr. 9, S. 1392.]

K. Brüggemann: Untersuchungen über Lagerkoks. Trotz 1¼jähriger Lagerung keine Veränderung der physikalischen Eigenschaften. Steigerung des Wassergehaltes. Oxydation des Sulfidschwefels. Abnahme des Gesamtschwefels. Werterhöhung des Kokses durch Lagerung. [Glückauf 63 (1927) Nr. 16, S. 564/7.]

Kohlen- und Koksbeförderung und Kohlen- und Koksaufbereitung in Kokereien und Gaswerken.* Einfluß der Kohlenaufbereitung auf Koksbeschaffenheit. Verfahren zum Zerkleinern und Mischen von Kohlen, zum Löschen, Verladen, Stapeln und Sortieren von Koks. [Koppers Mitt. (1926) Nr. 5, 2. Jubil.-Nr., S. 119/58.]

L. Nettlenbusch: Beiträge zur Kenntnis der Reaktionsfähigkeit von Koks. Begriffserklärung und Reproduzierbarkeit der Reaktionsfähigkeitswerte. Einfluß der Graphitierung und von Eisen- und sonstigen Zuschlägen. Zuschrift von G. Agde und H. Schmitt. [Brennstoff-Chem. 8 (1927) Nr. 3, S. 37/41; Nr. 8, S. 121/3. Vgl. St. u. E. 47 (1927) Nr. 16, S. 669/70.]

Otto Ohnesorge: Die Mittel zur Erzielung einer gleichmäßigen Wandbeheizung beim Koppers-Ofen (III. Teil).* Entwicklung der Wandbeheizung. Verteilerbeziehung zwischen Heizzügen und Wärmespeichern. Gleichwertigkeit der Regelung am kalten Ende und der von oben. [Koppers Mitt. (1926) Nr. 4, S. 79/106.]

A. Weindel: Die Bilanz des Kohlenschwefels im Kokereibetrieb. Vergleichende Zusammenstellung der Theorien und Versuchsergebnisse anderer Forscher. Verfahren zur Erfassung des gasförmigen Anteils des Kohlenschwefels. [Brennstoff-Chem. 8 (1927) Nr. 6, S. 85/9.]

Schwelerei. Die Turner-Schwelanlage.* Mit überhitztem Dampf innen beheizte senkrecht stehende Retorte. Regelung der Durchgangsgeschwindigkeit durch

archimedische Schraube als Verschluß. Betriebsergebnisse. [Engg. 123 (1927) Nr. 3199, S. 559/61.]

A. W. Sanders: Das „Turner"-Verfahren bei der Tieftemperaturverkokung.* Senkrecht stehende Schwelretorte mit Innenheizung durch überhitzten Dampf und archimedischer Flügelschraube als Rührvorrichtung. Wirtschaftlichkeit. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3083, S. 520/2; vgl. Brennstoff-Chem. 8 (1927) Nr. 10, S. 155/6.]

A. C. Fieldner: Tieftemperaturverkokung und Kohle.* Begriffsbestimmung. Beheizungsverfahren. Beschreibung verschiedener Verfahren mit Außen- und Innenbeheizung. Vergleich der verschiedenen Verfahren. Verschwelungserzeugnisse. [Techn. Paper Bur. Mines 396 (1926).]

R. Frieser: Die Wärmewirtschaft des neuzeitlichen Rolle-Ofens.* Wärmerechnung für eine neuzeitliche Rolle-Schwelofenanlage. Vorschläge zur wärmewirtschaftlichen Verbesserung. [Braunkohle 26 (1927) Nr. 5, S. 101/8.]

C. H. Lander und J. Fraser Shaw: Schwelanlage auf H. M. Fuel Research Station.* Senkrecht stehende außenbeheizte Gußeisenkörper. Entwicklung der Masse. Regelung der Durchsatzgeschwindigkeit nach Art eines Wanderrostes. Betriebszahlen. [Engg. 123 (1927) Nr. 3197, S. 484/5.]

Jahrbuch der Brennkrafttechnischen Gesellschaft, e. V. Bd. 7, 1926. Halle (Saale): Wilhelm Knapp 1927. (96 S.) 4°. 4,80 *RM.* — Darin u. a.: 1. Die Verschwelung der Kohle als wirtschaftliches Problem. Von Dr.-Ing. M. Dolch (S. 14/26). 2. Der gegenwärtige Stand der Schweltechnik nach den neuesten Forschungen. Von Dipl.-Ing. F. Seidenschnur (S. 27/40). 3. Wärme-, Kraft-, Gesamtwirtschaft. Von Direktor Lest (S. 80/91). **B**

Verflüssigung der Brennstoffe. Kohlenverflüssigung und Oelsynthese. Darlegung der Verfahren nach Bergius, Fischer-Tropsch, Patart, Sabatier-Senderens und Melamid. [Brennst. Wärmewirtsch. 9 (1927) Nr. 4, S. 87/91.]

Brennstoffvergasung.

Allgemeines. Gwosdz: Bedeutung der Wärmerückgewinnung für die Technik der Wassergaserzeugung. Kokswassergasanlagen mit Dampferzeugung mittels Abwärme der Gase. Wassergaserzeugung aus rohen Kohlen mit Außenbeheizung des Entgasungsraumes durch Warmblasegase. Wirksamere Ausnutzung der Abwärme durch stärkere Innenbeheizung der Retorte. Uebertragung der in Erhitzerkammern aufgespeicherten Abwärme auf den Schwelraum durch Dampfüberhitzung und durch einen kreisenden Nutzgasstrom. Kohlenwassergaserzeuger mit Aufheizung der Kokssäule im Wechselquerstrom und Rückführung der Abwärme durch den Wasserdampf und die Warmblaseluft. [Arch. Wärmewirtsch. 8 (1927) Nr. 4, S. 120/4.]

Gaserzeugerbetrieb. Ungewöhnliche Dampfzufuhr bei Gaserzeugern. Ausnutzung des Abdampfes von Turbinen, Kompressoren usw. zur Wassergaserzeugung bei der Public Service Corporation of New Jersey, Harrison. Zwischenschaltung von Dampfakkumulatoren. [Chem. Met. Engg. 34 (1927) Nr. 3, S. 171.]

Feuerfeste Stoffe.

Allgemeines. W. C. Hansen, W. Dyckerhoff, F. W. Ashton und R. H. Bogue: Studien über das System Kalk - Kieselsäure - Tonerde.* Die Verbindung 8 CaO, Al_2, O_3, 2 SiO_2. Angewandte Stoffe, Doppelbrechung, Brechungsindex und Röntgen-Spektrum und Beobachtung in polarisiertem Licht. [Zement 16 (1927) Nr. 4, S. 51/5.]

Prüfung und Untersuchung. W. Hughill und W. J. Rees: Der Einfluß von Eisenoxyd und Eisensulfid auf die Umwandlungsgeschwindigkeit des Quarzes in handelsüblichen Silikasteinen.* [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 309/13.]

A. T. Green: Die thermischen Eigenschaften feuerfester Baustoffe und ihre Beeinflussung durch einige Faktoren.* Die spezifische Wärme und Wärmeleitfähigkeit von Silika, Schamotte, Magnesit sowie einiger Isolierstoffe bei verschiedenen Temperaturen. Die Oberflächenstrahlung feuerfester Baustoffe. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 361/85.]

A. T. Green und A. J. Dale: Ueber das Abplatzen von feuerfesten Baustoffen.* Theoretische Erörterung der in feuerfesten Baustoffen auftretenden Spannungen. Versuchsergebnisse bei verschiedenen Baustoffen. Bemerkungen zu dem Prüfverfahren durch Abschrecken. Messung einiger für das Abplatzen grundlegenden Faktoren. Beziehung zwischen der Elastizität, der Ausdehnung und der Neigung zum Abplatzen. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 428/70.]

A. J. Dale: Die Prüfung der feuerfesten Baustoffe auf ihren Widerstand gegen Schlakken, Korrosion und Erosion. Bisherige Arbeiten auf diesem Gebiete und Richtlinien für die Weiterarbeit. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 326/38.]

Sandford S. Cole: Die Veränderung des Erweichungspunktes von feuerfesten Baustoffen in Abhängigkeit von der Erhitzungsgeschwindigkeit. [J. Am. Ceram. Soc. 10 (1927) Nr. 3, S. 180/4.]

W. Miehr, J. Kratzert und H. Immke: Die Bedeutung der thermischen Ausdehnung für die Beurteilung feuerfester Baustoffe.* Beschreibung der Versuchseinrichtung, ihrer Eichung und Fehlerbestimmung. Versuchsergebnisse an Silika, SiO_2- und Al_2O_3-reichen Steinen, Karborund-, Zirkon-, Chromitsteinen, an ungebranntem Quarzit und Ton. [Tonind.-Zg. 51 (1927) Nr. 26, S. 417/22.]

H. Tschischewsky: Ermittlung der Feuerfestigkeit von Tonen aus ihrem Konstitutionswassergehalt.* Konstitutionswassergehalt für den Gehalt an Tonsubstanz und daher für die Feuerfestigkeit kennzeichnend. Versuchsergebnisse mit verschiedenen Steinsorten. [Feuerfest 3 (1927) Nr. 2, S. 20/2.]

J. F. L. Wood, H. S. Houldsworth und J. W. Cobb: Der Einfluß fremder Bestandteile auf die Wärmeausdehnung und Umwandlung von Silika.* Vergleich zwischen den Eigenschaften reiner Silikasteine, hergestellt aus Quarzit unter Zusatz von Wasserglas, und Silikasteine mit einem Zusatz an Fremdbestandteilen. Dichte nicht immer ein genaues Maß für die thermische Umwandlung. Erörterung. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 289/308.]

Verhalten im Betriebe. W. T. Gardner: Feuerfeste Baustoffe der Gasindustrie. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 471/89.]

Alexander Scott: Die Korrosion von Stahlwerksofensteinen.* Die Beanspruchung der verschiedenen gebräuchlichen Steinsorten in Stahlwerksöfen und Einfluß der Zusammensetzung auf ihr Verhalten. [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 339/51.]

E. Steinhoff: Die Bedeutung der Kieselsäureumwandlung für den Brennvorgang.* Bedeutung der SiO_2-Umwandlung und Ermittlung des Zustandes der Kieselsäure in feuerfesten Steinen. [Tonind.-Zg. 51 (1927) Nr. 23, S. 364/6; Nr. 25, S. 400/3.]

Feuerfeste Anstrichmassen. Wlad. Skola: Ueber die Erhöhung der Lebensdauer der feuerfesten Erzeugnisse.* Umwandlung der Schamottesteine in Mullit und Silimanit. Schützende Wirkung von Anstrichmassen gegen Schlackenangriff, bis sich die Umwandlung des Steines vollzogen hat. [Z. angew. Chem. 40 (1927) Nr. 14, S. 406/8.]

Sonstiges. Carl Hübber: Zur Kontrolle des Schamottegehaltes in grobkeramischen Massen. Dauer einer Bestimmung rd. 1½ st. [Tonind.-Zg. 51 (1927) Nr. 29, S. 485/6.]

Marcel Seillan: Feuerfeste Baustoffe mit einem Grundgehalt an Zirkon. Die bisherigen Arbeiten auf dem Gebiete der feuerfesten Steine mit einem Zirkongehalt. Gewinnung und Herstellung von Ziegeln. Eigenschaften zirkonhaltiger Steine. [Chal. Ind. 8 (1927) Nr. 82, S. 84/6.]

Frank West und J. W. Fagan: Praktische Ergebnisse beim Trocknen und Brennen von feuerfesten Stoffen.* [Trans. Ceram. Soc. 25 (1925/26) 4. Teil, S. 500/19.]

Schlacken.

Sonstiges. C. H. Herty: Der Manganverlust in basischen Schlacken. Der Mangel an Mangan in Amerika. Jährlicher Verlust. Möglichkeit der Wiedergewinnung durch Verhütten im Hochofen. [Iron Age 119 (1927) Nr. 15, S. 1063/4.]

Feuerungen.

Allgemeines. P. Rosin: Das I-t-Diagramm und der Wirkungsgrad von Oefen.* Graphische Darstellungen des Zusammenhanges von Heizwert und Rauchgasmenge, ebenso von Heizwert und Wärmeinhalt der Rauchgase. Berechnung der Verbrennungsvorgänge von Oefen mit Hilfe des Wärmeinhalt-Temperatur-Diagramms (I-t-Diagramm). [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 12, S. 383/8.]

Kohlenstaubfeuerung. J. Gould Coutant: Verhinderung der Verluste an unverbranntem Brennstoff einer Kohlenstaubfeuerung.* Durch Anordnung eines Dampfejektors wird die Flugasche aus dem Feuerraum oberhalb des Kohlenstaubbrenners abgesaugt. [Power 65 (1927) Nr. 5, S. 177/8.]

Kohlenstaubmühle.* Beschreibung einer schnell laufenden Mühle von Mayhew, Ramsay u. Co., Ltd. [Eng. 143 (1927) Nr. 3712, S. 249.]

E. Kilburn Scott: Kesselfeuerungen für Kohlenstaub. Luft- und wassergekühlte Feuerraumwände. Temperaturen. Anführung einiger Anlagen. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3072, S. 54.]

Ralph A. Sherman: Die Temperaturen von Kohlenstaubfeuerungen mit strahlende Wärme aufnehmenden Flächen.* Es wurden in Dampfkesselfeuerungen Temperaturen bis zu 1540° C gemessen. [Mech. Engg. 49 (1927) Nr. 4, S. 335/8.]

Oelfeuerung. Ernest H. Peabody: Verbesserungen an Oelbrennern.* Bemerkenswert: Gemeinsamer Brenner für mehrere Brennstoffe, wie Oel und Kohlenstaub, oder Oel und Gas. [Power 65 (1927) Nr. 3, S. 109/10.]

Dampfkesselfeuerung. Wilhelm Osenberg: Die letzte Entwicklung von Dampfkesseln, deren Feuerungen und sonstigem Zubehör in Amerika. Lufterhitzung, wassergekühlte Wände, wirtschaftliche Grenzen des Dampfdruckes, Anzapfdampfvorwärmung, Kohlenstaubfeuerung, mechanische Roste. [Feuerungstechn. 15 (1927) Nr. 13, S. 146/8.]

A. E. Grunert: Verbesserung der Sauerstoffzuführung im Feuerraum.* In den Feuerraum eines Unterwindwanderrostes wird zusätzlich von oben durch das Gewölbe Luft nach der Mitte des Rostes geblasen. [Power 65 (1927) Nr. 4, S. 130/1.]

H. Illies: Scheitrechte Feuerraumdecken und gekühlte Seitenwangen von Rostfeuerungen.* Beschreibung einer Reihe deutscher und ausländischer Bauarten. [Z. Bayer. Rev.-V. 31 (1927) Nr. 7, S. 71/5.]

H. F. Lichte: Die Raupenrostfeuerung.* Die Feuerung ist geeignet für Verwendung minderwertiger Brennstoffe und paßt sich Belastungsschwankungen besser an als der Wanderrost. [Centralbl. Hütten u. Walzw. 31 (1927) Nr. 14, S. 175/6.]

Wärm- und Glühöfen.

Allgemeines. Th. Feisen: Neuzeitliche gasgefeuerte Glüh- und andere Oefen. Bauart der Generatoren. Arten von gasgefeuerten Oefen: Regenerativ- und Rekuperativfeuerung. Temperglühofen. Brennstoffverbrauch. [Metal Ind. 30 (1927) Nr. 9, S. 245/6; Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 552, S. 238/9.]

P. Rosin: Wirkungsgrad metallurgischer Oefen.* Feststellungen über den Zusammenhang zwischen Heizwert und Feuergasvolumen aller Brennstoffe, Heizwert-Volumendiagramme. Errechnung der erforderlichen Brennstoffmenge an einigen praktischen Beispielen mit Hilfe des I-t-Diagramms. [Metall Erz 24 (1927) Nr. 4, S. 73/81.]

Flammöfen. W. N. Robinson: Mit ungereinigtem Generatorgas gefeuerter Rohrglühofen.* Beschreibung der Ofenanlage der Ohio Seamless Tube Co., Shelby. [Fuels Furn. 5 (1927) Nr. 1, S. 87/90.]

Vergüteöfen. W. N. Robinson: Glühen von Temperguß in einem ununterbrochen betriebenen Tunnelofen.* Ladung des Glühgutes auf Wagen. Heizung des Ofens mit Generatorgas und in Rekuperatoren vorgewärmter Luft. Leistung von 16 t in 24 st bei 120 st Glühdauer bei ~ 24 % Brennstoffverbrauch. (Fuels Furn. 4 (1927) Nr. 12, S. 1473/4, 8.]

A. E. White und E. R. McPherson: Kontinuierlicher Hochleistungs-Zementierofen.* Oelgefeuerter Zementierofen mit Rekuperatoren ausgerüstet für die Wärmebehandlung von Automobilteilen. [Fuels Furn. 4 (1926) Nr. 10, S. 1233/4.]

Oefen für keramische Industrie. Geo. W. Walter: Hochleistungstunnelöfen. [Fuels Furn. 5 (1927) Nr. 1, S. 61/6.]

Sonstiges. B. Langbein: Elektrischer Nieterwärmungsapparat mit natürlicher Luftkühlung.* [A-E-G-Mitt. (1927) Nr. 3, S. 140/1.]

Wärmewirtschaft.

Allgemeines. Kurt Kassler: Wärmewirtschaft und Betriebswirtschaft in Schmieden und Härtereien. Einige rechnerisch durchgeführte Beispiele der Ersparnisse durch richtige Wahl der Feuerungsart. [Sparwirtsch. 1927, Nr. 3, S. 123/5.]

H. A. Brassert: Brennstoffwirtschaft in der Stahlindustrie. Allgemeine Vergleiche amerikanischer und deutscher Wärmewirtschaft. Verwendung von Hochofen- und Koksofengas. Die Stahlindustrie als Erzeuger von Gas und Strom. Verwendung von Ueberschußgas. Dampfturbine und Gasmaschine, Wirkungsgrad der Kraftwerke. Reinigung von Hochofengas und dadurch erzielte Vorteile. Anwendung der Tieftemperaturverkokung. Generator- und Hochofengas. Anreicherung desselben. Siemens-Martin-Verfahren. Entschwefelung des Gases. [Blast Furnace 14 (1926) Nr. 12, S. 502/4 und 512; 15 (1927) Nr. 2, S. 77/80.]

H. W. Gochnauer: Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Verminderung der Betriebskosten durch Einbau von Meßapparaten.* Durch weitgehende Verwendung von Meßapparaten für Wasser, Dampf und elektrischen Strom konnte die Leistungsfähigkeit der Kesselanlage gesteigert und die Verdampfungsziffer um 33 % verbessert werden. [Power 65 (1927) Nr. 4, S. 118/21.]

Wärmetheorie. W. Allner: Verbrennungsgeschwindigkeit und Gasgleichgewicht.* Gasgleichgewichte und Reaktionszeiten, Flammentemperaturen, Zündverzug und Brennzeit, Geschwindigkeitsfaktor, Berechnungsangaben. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 13, S. 411/8.]

Wärmespeicher. H. E. Witz: Die Entwicklung der Wärmespeicher und deren Verwendung.* Beschreibung einiger für verschiedene Industriezwecke ausgeführter Gleichdruckspeicheranlagen. [E. T. Z. 48 (1927) Nr. 12, S. 381/3.]

W. Trinks: Rekuperatoren für Werksöfen. Beschreibung der verschiedenen Bauarten und ihrer besonderen Eigenart. [Fuels Furn. 4 (1926) Nr. 12, S. 1483/5.]

Dampfwirtschaft. Otto Faber: Der Heißdampf, seine Wirkung und Verwendung.* Allgemeine Gesichtspunkte für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des überhitzten Dampfes in Kraft- und Heizanlagen. [Wärme 50 (1927) Nr. 17, S. 297/300.]

Das Problem der hohen Ueberhitzung. Mit Rücksicht auf die Widerstandsfähigkeit der Kessel-

baustoffe wird als obere Grenze der Ueberhitzung etwa 480° C angesehen. [Eng. 143 (1927) Nr. 3713, S. 272.]

C. J. Wharton: Die Wirtschaftlichkeit der Dampferzeugung durch elektrischen Strom.* Beschreibung einer schwedischen und einer deutschen Ausführungsart. Das Verfahren ist wirtschaftlich, wenn 1 kWst kostet $^1/_3$ bis $^1/_4$ von 1 kg Kohle. [Eng. 143 (1927) Nr. 3712, S. 278.]

Wärmeisolierungen. L. B. McMillan: Wärmedurchgang durch Isolierungen. Berechnung und graphische Darstellung der richtigen Isolierungsstärken. [Power 65 (1927) Nr. 5, S. 180/1.]

E. A. Phoenix: Die Isolierung elektrischer Oefen.* Wärmeverluste bei verschiedener Bauart und verschiedener Stärke der Isolationsschicht. [Fuel Furn. 4 (1926) Nr. 12, S. 1465/8.]

Gasreinigung. G. Newton Kirsebom: Elementarer Schwefel in Schmelzgasen und seine Entfernung. Entschwefelungsvorgang beim Dwight-Lloyd-Verfahren. Bildung des elementaren Schwefels aus Pyrit. Verhütung durch AS_2O_3. Explosionsgefahr. [Engg. Min. J. 123 (1927) Nr. 1, S. 17/8.]

Sonstiges. Robert Kratochwil, Ing., Direktor der Elektrizitäts- und Straßenbahn-Gesellschaft, Linz a. d. Donau: Elektro-Wärmeverwertung als ein Mittel zur Erhöhung des Stromverbrauchs. 2., umgearb. u. erw. Aufl. mit 431 Textfig. u. zahlreichen Tab. München u. Berlin: R. Oldenbourg 1927. (VIII, 695 S.) 8°. 40 *RM.* = B =

Krafterzeugung und -verteilung.

Allgemeines. W. Sykes: Kraftverbrauch in amerikanischen Hüttenwerken. Verwendung von Hochofengas für Dampferzeugung. Kohlenstaubfeuerungen in Kraftwerken. Wahl des Brennstoffes für abseits gelegene Anlagen. [Iron Age 119 (1927) Nr. 9, S. 635.]

Transactions of the World Power Conference, Basle Sectional Meeting 1926. — Compte Rendu de la Conférence Mondiale de l'Energie, Session spéciale de Bâle 1926. — Berichterstattung der Weltkraftkonferenz, Sondertagung Basel 1926. Basel: E. Birkhaeuser & Cie. [1927]. 8°. 2 Bde., geb. 100 *RM.* — Vol. 1. (With fig. and plates. XXIX, 1257 p.) — Vol. 2. (With fig. and plates. XXIV, 1538 p.) = B =

Kraftwerke. W. C. Holmes: Die Betriebsweise des Hudson Avenue Kraftwerkes der Brooklyn Edison Company.* Größte Turbodynamo 80 000 kW, Speisewasservorwärmung durch Anzapfdampf in vier Stufen, Schnitt durch das Kesselhaus. [Mech. Engg. 49 (1927) Nr. 4, S. 321/6.]

F. J. Crolius: Bemerkungen über die Entwicklung von Kraftwerksanlagen.* Dampfturbinen von 5000 bis 280 000 PS. Geschmiedete Kesseltrommeln. Anwendung der Kohlenstaubfeuerung. [Blast Furnace 15 (1927) Nr. 1, S. 42/6.]

Beschreibung des neuen East River-Kraftwerkes der New York Edison Co.* [Power 65 (1927) Nr. 11, S. 390/7.]

E. Kuhn: Fortschritte auf dem Gebiet der Krafterzeugung in den Vereinigten Staaten im Jahre 1926.* Neuere Kraftwerke, Dampfkessel mit Zubehör, Feuerungen, mechanische Roste, Dampfturbinen. [Wärme 50 (1927) Nr. 17, S. 304/8.]

Wilfred Sykes: Die neue Kraft- und Gebläseanlage der Inland Steel Company.* Beschreibung einer durch Gichtgaskessel gespeisten Kraft- und Gebläseanlage, die weniger als 5000 kcal für die Erzeugung einer kWst gebraucht. [Power 65 (1927) Nr. 6, S. 194/6.]

Uebersicht über die Fortschritte im Kraftwerksbetrieb des letzten Jahres. Zunahme der Kesselleistung, des Dampfdruckes und der Dampftemperatur. Wassergekühlte Feuerräume. Luftvorwärmer. Kohlenstaubfeuerungen. Leistungssteigerung der Dampfturbinen. [Power 65 (1927) Nr. 1, S. 2/8.]

A. Schönberg und E. Glunk: Landes-Elektrizitätswerke. Mit 144 Textabb., 4 Taf. u. 56 Listen. München u. Berlin: R. Oldenbourg 1926. (XI, 398 S.) 4°. Geb. 25 *RM.* = B =

Dampfkessel. Beschreibung eines zweistufigen Hochdruckkessels der Fa. Gebr. Sulzer in Winterthur für einen Höchstdruck von 110 at. [Power 65 (1927) Nr. 5, S. 160/2.]

Eggen: Dampfkesselüberwachung in Frankreich. [Arch. Wärmewirtsch. 8 (1927) Nr. 4, S. 126/7.]

G. Hönnicke: Zur Frage der Kesselböden, insbesondere mit Rücksicht auf den Dampffaß- und Apparatebau.* Bei Dampffässern und Apparaten zu berücksichtigende Gesichtspunkte. Ellipsen- und Korbbogenmeridian. Gefährdung des Krempengebietes. Halbkugel- und Halbellipsoidböden. Spannungsverlauf bei gewölbten Böden. Spannungszunahme bei Abplattung. Ottescher Korbbogen. Ellipsenboden-Patent. Flachere Böden für den Apparatebau. Isolierung. Uebergangsbestimmungen. Neue Berechnung der Bodenstärke. Außengedrückte Böden und die übrigen Bodenformen. [Wärme 49 (1926) Nr. 41, S. 719/23; Nr. 42, S. 741/4.]

M. Ehrlich: Ein Beispiel, wie man den Kesselwirkungsgrad verbessert. Es werden die Maßnahmen angegeben, durch welche an einem Kessel der Wirkungsgrad von 56,5 auf 74,5 % erhöht wurde. [Power 65 (1927) Nr. 4, S. 121.]

Entwicklung der Dampfkessel und der Hilfseinrichtungen.* Dampfdrücke und ihre Temperaturen in verschieden ausgeführten Anlagen. Ausnutzung der Abwärme in Luftvorwärmern und Kesselspeisewasservorwärmern. Selbsttätige Regelung der Verbrennung. [Power 65 (1927) Nr. 1, S. 9/13.]

Robert June: Neuzeitliche Rußabblasevorrichtungen.* Der wirtschaftliche Wert und die Arbeitsweise von Rußabblaseeinrichtungen. [Power 65 (1927) Nr. 9, S. 332/4.]

Ch. Roszak und M. Véron: Die industrielle Erzeugung des Hochdruckdampfes. [Chal. Ind. 8 (1927) Nr. 82, S. 67/78; Nr. 83, S. 149/64.]

Speisewasserreinigung und -entölung. R. Blaum: Die thermische Speisewasseraufbereitung.* Grundlegende Fragen der thermischen Speisewasseraufbereitung. Anforderungen auf Schiffen und bei Landkraftwerken. Ausgeführte Anlagen. Einbaumöglichkeiten. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 9, S. 285/90.]

Luftvorwärmer. Br. Schulz: Praktische und theoretische Untersuchungen zur Ausnutzung der Rauchgase für die Vorwärmung der Verbrennungsluft.* Kesselbelastung, Kesselwirkungsgrad, Verwertung minderwertiger Brennstoffe, Größe der Heizfläche, Platzbedarf und Rostkonstruktion bei Anlagen mit und ohne Luft- oder Speisewasservorwärmung. [Brennst. Wärmewirtsch. 9 (1927) Nr. 5, S. 105/10.]

Schlicke: Lufterhitzerberechnung. Es wird der Wärmerückgewinn und die Kesselleistungssteigerung durch Lufterhitzung errechnet. [Wärme 50 (1927) Nr. 14, S. 254/6.]

Dampfmaschinen. E. Praetorius: Wirkungsgrad und Leistungssteigerung von Gegendruckmaschinen. Thermische Eigenschaften der Gegendruckmaschine. Leistungssteigerung durch Erhöhung von Anfangsdruck und Anfangstemperatur, durch Senkung des Gegendruckes und durch Anwendung hoher Verdampftemperaturen. Diphenyloxyd als neuer Wärmeträger. Kupplung von Kraft- und Wärmewirtschaft. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 6, S. 189/95.]

Riesen-Gleichstromdampfmaschinen.* Beschreibung einer von der Nordberg Mfg. Co., Milwaukee, gebauten Walzenzugmaschine, deren größte Einheit eine Zwillingsmaschine mit Zylindern von 1522 mm ⌀ und 1674 mm Hub ist. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 7, S. 237/8.]

Dampfturbinen. E. Praetorius: Anfahren und Auslaufen von Turbodynamos.* Erfahrungen bei Beobachtung der Anfahrvorschriften für Turbodynamos.

Nach Anwärmen wurden an keinem Fundament mehr Senkungen festgestellt. [Elektrizitätswirtsch. 26 (1927) Nr. 430, S. 144/6.]

Fortschritte auf dem Gebiete der Dampfturbinen. Leistungssteigerung. Größere Verwendung von Gegendruck und Anzapfturbinen für Kraft- und Heizzwecke. [Power 65 (1927) Nr. 1, S. 18/22.]

Hans Kirst: Wissenswertes über Dampfturbinen.* Allgemein gehaltene Angaben über Wahl der Drehzahl, Bauart und kurze Berechnungsangaben. [Wärme 50 (1927) Nr. 15, S. 263/5.]

Stand des Dampfturbinenbaues in Europa.* Entwicklung der Dampfturbine bis zur 4gehäusigen A.-E.-G.-Großturbine von 85 000 kW. [Power 65 (1927) Nr. 3, S. 89/91.]

Vermeidung von Störungen bei Dampfturbinen durch eine jährliche genaue Untersuchung. Es werden die Stellen aufgeführt, die besonders leicht zu Störungen Veranlassung geben. [Power 65 (1927) Nr. 11, S. 401/3.]

Kondensationen. J. A. Powell und H. J. Vetlesen: Oberflächenkondensatoren in Kraftwerken. Bestimmung der wirtschaftlichsten Arbeitsweise eines Kondensators für gegebene Verhältnisse. [Mech. Engg. 49 (1927) Nr. 5, S. 417/21.]

Diesel- und sonstige Oelmaschinen. Kamillo Körner, Ing., o. ö. Prof. a. d. Deutschen Technischen Hochschule in Prag: Der Bau des Dieselmotors. 2., wesentlich verm. u. verb. Aufl. Mit 744 Abb. im Text u. auf 8 Taf. Berlin: Julius Springer 1927. (3 Bl., 531 S.) 4°. Geb. 73,50 *RM*. ■ B ■

Elektromotoren und Dynamomaschinen. C. O. Mills: Die Instandhaltung der Kollektoren von Gleichstrommaschinen.* Es werden die auftretenden Fehler und deren Beseitigung an Kollektoren behandelt. [Power 65 (1927) Nr. 9, S. 323/5.]

M. D. Ross: Die Isolation von Dampfturbodynamo-Wicklungen.* Beschreibung des verwendeten Materials und der Herstellungsart von Dynamowicklungen für Dampfturbinen. [Power 65 (1927) Nr. 4, S. 124/6.]

Elektrische Leitungen und Schalteinrichtungen. A. Bürklin: Die mechanische Sicherheit von Freileitungen aus Aluminium und Stahlaluminium.* Untersuchung der mechanischen Sicherheit von Aluminium-, Kupfer-, Bronze- und Stahl-Aluminiumleitungen bei verschiedenen Spannweiten. Stahlaluminiumleitungen von hoher mechanischer Sicherheit. [E. T. Z. 48 (1927) Nr. 11, S. 355/7.]

Gleichrichter. A. Plan: Die automatische Zündung der Quecksilberdampf-Gleichrichter.* Automatische Zündung größerer Quecksilberdampf-Gleichrichter. Eine neue vereinfachte Vorrichtung für kleinere Gleichrichter. [A-E-G-Mitt. (1927) Nr. 3, S. 130/1.]

Schellenberger: Bedienungslose Gasgleichrichteranlagen.* [B-B-C-Mitt. 14 (1927) Nr. 3, S. 35/42.]

Sonstige elektrische Einrichtungen. A. F. Kenyon: Die elektrischen Einrichtungen von Stahlwerken.* Abmessungen und Bauweise von Walzwerksmotoren. Elektrische Einrichtungen verschiedener Stahlwerke. [Blast Furnace 15 (1927) Nr. 1, S. 37/9 u. 46.]

Kugel- und Walzenlager. Erich Wolff: Walzenzapfen-Rollenlager im Feineisenwalzwerk des Peiner Walzwerkes.* Ausbildung der Rollenlager, Bauart Poldihütte. Einziehen der Walzenzapfen. Betriebsergebnisse. Haltbarkeit. Aenderungen. Kosten. [St. u. E. 47 (1927) Nr. 15, S. 626/31.]

Sonstige Maschinenelemente. M. Coenen: Sicherheits-Bolzenkupplung für Pressen, Scheren, Stanzen usw. [Werkst.-Techn. 21 (1927) Nr. 7, S. 199/200.]

Schmierung und Schmiermittel. H. Ludwig: Die Schmierung im Betrieb.* Richtlinien für die Anordnung von Schmiervorrichtungen bei Werkzeugmaschinen, Kontrolle der Schmiermittel und des Schmiermittelverbrauches. [Masch.-B. 6 (1927) Nr. 7, S. 323/9.]

Allgemeine Arbeitsmaschinen.

Kompressoren. H. Rollwagen: Abnahmeversuche an Turbokompressoren. Ergebnis der Abnahmeversuche an den Turbokompressoren des Mörser Steinkohlenbezirks. Höchstleistung, Pumpleistung, Bedarf der Kondensation und Wirtschaftlichkeit der Lufterzeugung. Unterschied zwischen Messung im Saugen und Drücken. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 6, S. 196/8.]

Trennvorrichtungen. Die Elektrotrennmaschine.* Kombiniertes Verfahren, bei dem die Schnittwirkung durch eine gezahnte, sich drehende Eisenscheibe und einen zwischen Trennscheibe und Werkstück überspringenden Lichtbogen hervorgerufen wird. [Werkst.-Techn. 21 (1927) Nr. 7, S. 201/2.]

Schleifmaschinen. C. C. Hermann: Die Kosten des Schleifens.* Richtige Auswahl der Schleifscheiben. Richtige Betriebsweise. [Iron Trade Rev. 79 (1926) Nr. 26, S. 1620/1.]

Werkzeuge. Hans Fein: Metallbearbeitung mit einem elektropneumatischen Hammer.* Der Aufwand der Arbeitszeit für verschiedene Niet-, Meißel-, Stemm- und Entnietarbeiten bei Verwendung eines elektropneumatischen Hammers wird an Hand von Beispielen aus dem Betrieb mit dem Zeitaufwand bei Handarbeiten verglichen. [Masch.-B. 6 (1927) Nr. 8, S. 394/7.]

Sonstiges. Carl Sperling: Ein Beitrag zur Einteilung der Kohlenmühlen. [Brennst. Wärmewirtsch. 9 (1927) Nr. 5, S. 110/3.]

P. Rosin und E. Schulz: Kraftbedarf von Kohlenstaubmühlen in Abhängigkeit von Belastung, Mahlbarkeit und Mahlfeinheit. II.* Beschreibung der Mahlanlage. Ableitung der benutzten Formeln. Leerlaufkraftbedarf. Einfluß der Feuchtigkeit. [Arch. Wärmewirtsch. 8 (1927) Nr. 3, S. 69/73; Nr. 4, S. 109/15.]

Materialbewegung.

Hebezeuge und Krane. Edward G. Fiegehen: Wirtschaftliche Kranträgerkonstruktion. Aufführung der Gesichtspunkte, welche bei der Konstruktion von Kranträgern zu verfolgen sind. [Eng. 143 (1927) Nr. 3711, S. 204/5.]

Elektrischer Krankontroller.* Beschreibung eines neuen Kontrollers der British Thomson-Houston Comp. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3074, S. 143.]

W. E. Wright: Die Greifkraft der Blockzange.* Veränderliche Greifkraft bei verschiedenen Blockquerschnitten. Vorschlag für eine Konstruktion zur Herbeiführung einer unveränderlichen Greifkraft. [Engg. 123 (1927) Nr. 3190, S. 274/5.]

Selbstgreifer. Greiferkran für den Bau einer Zementfabrik.* Stündliche Materialbewegung von 300 t. [Iron Trade Rev. 80 (1927) Nr. 6, S. 398.]

Förder- und Verladeanlagen. Pat Dwyer: Ausnutzung des Eigengewichtes bei der Beförderung der Erzeugnisse in einer Gelbgießerei.* Beschreibung der Anlage und einiger Anwendungsbeispiele für die Ausnutzung des Eigengewichtes bei gleichzeitiger Platzersparnis. [Foundry 55 (1927) Nr. 7, S. 250/3.]

Pneumatischer Kohlentransport in den Sittingbourne Works of Eduard Lloyd.* Beschreibung einer Transportanlage für eine stündliche Leistung von 23 t Kohle. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3076, S. 215/7.]

Werkstattwagen. G. Lucas: Leistungserhöhung im Elektrokarren-Förderwesen.* Leistungserhöhung durch zusätzliche Hubvorrichtungen. Beschreibung eines Elektrostapelkarrens. [A-E-G-Mitt. (1927) Nr. 3, S. 131/4.]

Lokomotiven. Percy F. Hope: Dampf- und elektrische Lokomotiven im Bergwerksbetrieb über Tage.* Der Artikel kennzeichnet die wirtschaftliche Ueberlegenheit des elektrischen Lokomotivbetriebes. [Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3075, S. 188.]

Sonstiges. Selter: Ueber neue Eisenbahnwagenkipper.* Beschreibung der Aumundschen

Scherenkipper. [Fördertechn. u. Frachtverkehr (1926), Sonderabdr., 4 S.]

R. Scheibe: Wärmeableitung aus den Schienen nach der Bettung und Weglassung der Stoßlücken im Eisenbahngleise.* [Organ Fortschr. Eisenbahnwes. 82 (1927) Nr. 5, S. 83/6; vgl. St. u. E. 47 (1927) Nr. 20, S. 838/9.]

Werkseinrichtungen.

Fabrikbauten. Maier-Leibnitz, Prof. Dr.-Ing., Stuttgart: Industrielle Bauten. Nach bautechnischen Gesichtspunkten dargestellt. Berlin: Verlag der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittel-Zentrale beim Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine. 8°. — T. 1: Eingeschoßbauten. Mit 20 Abb. nach TWL-Diapositiven. 1927. (20 S.) 1,50 *RM.* ≡ B ≡

Beleuchtung. W. H. Rademacher: Beleuchtung im Gießereibetrieb.* Besprechung zweckmäßiger Beleuchtung von Halle und Arbeitsstücken. [Foundry 55 (1927) Nr. 4, S. 134/7.]

L. Bloch: Mehr Licht?* Forderung nach besserer Beleuchtung sowohl für gewerbliche Betriebe als auch für Verkehrsmittel u. dgl. Einfluß der Beleuchtung auf die Verarbeitungskosten. Einfluß verstärkten Lichtbedarfes auf den Elektrizitätswerksbetrieb. [E. T. Z. 48 (1927) Nr. 16, S. 530/5.]

Sonstiges. Charles C. C. Ragsdale: Das Löschen von Bränden in elektrischen Anlagen mit Hilfe von Kohlensäure.* Die Anwendung von Kohlensäure in Feuerlöschapparaten elektrischer Anlagen. [Power 65 (1927) Nr. 10, S. 356/8.]

Kusch: Wohin mit den Abwässern?* Die Lösung der Abwasserfrage bei Anlage neuer Fabriken. Beispiele von größeren Kläranlagen für die Wasch- und Betriebsabwässer von großen Industrieanlagen. [Der Werksleiter 1 (1927) Nr. 5, S. 137/40.]

N. L. Rea: Anregungen für die sichere Durchführung von Montagen.* Die richtige Verwendung von Hanfdrahtseilen und Ketten beim Heben von Lasten. [Power 65 (1927) Nr. 7, S. 238/41.]

M. Strell und B. Rentsch: Frischwasserklärung bei der Abwasserreinigung.* Begriff und Wesen der Frischwasserklärung. Entwicklung aus dem einfachen Absitzverfahren in Klärbecken und Klärbrunnen. Das erste Frischwasserklärsystem von Travis-Ault. Frischwasserklärsysteme der Folgezeit bis zur Gegenwart. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 9, S. 291/6.]

Werksbeschreibungen.

Bekannte britische Werke. Guest, Keen & Nettlefolds, Ltd., Cardiff. Beschreibung der wohl neuzeitlichsten englischen Hochofenanlage in Cardiff. Erzeugnisse des Stahlwerkes (Armco-Eisen) und der Walzwerke. [The Iron and Steel Industry and British Foundryman 1 (1927) Nr. 2, S. 33/6.]

Roheisenerzeugung.

Hochofenprozeß. F. E. Marquard: Einfluß der Verkokungstemperatur auf den Gang des Hochofens. Verkokungsversuche mit Kohle von 32 % flüchtigen Bestandteilen. Erhöhung des Koksausbringens je Tag mit steigender Verkokungstemperatur (bis 1300°). Dadurch Steigerung der Roheisenerzeugung bei Senkung des Koksverbrauchs. [Fuels Furn. 5 (1927) Nr. 1, S. 55/6.]

A. Michel: Der Einfluß des Hochofenganges auf den Gesamtkohlenstoffgehalt des Roheisens.* Die Kohlungsgebiete im Hochofen. Zusammensetzung und Temperatur des Eisens während des Abstiches. Kohlenstoffgehalt von Eisen aus der Formebene. Einfluß von Gestelltemperatur, Schlackenbeschaffenheit, Durchsatzzeit und Windtemperatur auf den Kohlenstoffgehalt. Erzeugung von kohlenstoffarmem Eisen im Hochofen. Zusammenfassung. [St. u. E. 47 (1927) Nr. 17, S. 696/8.]

Hochofenanlagen. C. S. Gill: Der Hochofenbetrieb der Consett Iron Co., Ltd.* Anlage mit acht älteren, einem modernen Ofen. Gemeinverständliche Erklärungen über verwandte Rohmaterialien, Reaktionen im Hochofen. Verwertung der Schlacke und des Gichtgases, der Einfluß der Eisenbeimengungen. Analyse des erzeugten Hämatit- und Gießereiroheisens. Erörterung: Vergleich mit Betriebszahlen schottischer Hochöfen. Aufkohlung von Eisenschwamm. Unterschied zwischen heiß und kalt erblasenem Roheisen. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 557, S. 331/4; Nr. 558, S. 360/1; Iron Coal Trades Rev. 114 (1927) Nr. 3086, S. 641.]

Möllerung. S. P. Kinney: Zusammensetzung der Hochofenbeschickung in den verschiedenen Ofenzonen. Untersuchungsverfahren. Temperatur-, Druck- und Gaszusammensetzung. Mikroskopische Untersuchungen der Proben. Verhalten des Siliziums, Mangans, Phosphors, Schwefels. Formen des Schwefels im Koks. Verhalten des Kalksteins. Zusammensetzung der Schlacke. [Techn. Paper Bur. Mines 397 (1926).]

Hochofenschlacken. P. J. Freeman: Der Wert von Hochofenschlacke. Augenblickliche Ausnutzung in Amerika. Eigenschaften verwertbarer Schlacke, besonders im Hinblick auf Magnesiagehalt. Eignung als Betonzusatz, Straßenbaustoff, Eisenbahnschotter. [Iron Age 119 (1927) Nr. 15, S. 1060/2.]

Sonstiges. Versuchshochöfen.* Entwicklung von Größe und Gestalt der mit Holzkohle und sauerstoffangereicherter Luft betriebenen Versuchshochöfen des Bureau of Mines. Möglichkeit, hochbasische Schlacke mit nur 4 bis 5 % SiO_2 herzustellen und so geringwertigere Manganerze zu verarbeiten. [Min. Metallurgy 8 (1927) Nr. 243, S. 126/7.]

S. P. Kinney und E. W. Guernsey: Vorkommen, Verteilung und Anzeichen von Alkali-Zyaniden im Eisenhochofen.* Menge der amerikanischen Hochöfen. Vorkommende Zyaniden. Art der Verbindungen. Frühere Untersuchungen. Versuchsanordnung und Ergebnisse. Zyanbestimmungsverfahren. Einfluß der Zyanide auf Ofenmauerwerk, Brennstoffverbrauch. Eisenreduktion. Möglichkeit der Alkaligewinnung. [Techn. Paper Bur. Mines 390 (1926).]

Eisen- und Stahlgießerei.

Allgemeines. G. C. Castle: Aus der Gießereipraxis. Erhöhung der an Gußeisen gestellten Ansprüche. Betrieb des Kuppelofens. Entschwefelung. Erforderliche metallurgische Untersuchungen. Form- und Kernschäden. Trocknen der Oelsandkerne. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 554, S. 275/6; The Iron and Steel Industry and British Foundryman 1 (1927) Nr. 2, S. 43/5.]

Gießereirohstoffe. Anwendung von Hämatit, Flußspat, Unterschied zwischen kalt und heiß erblasenem Roheisen, Koksfeuchtigkeit, Einfluß des Schwefels auf Härte, seine Neutralisation durch Mangan. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 556, S. 317/8.]

Gießereianlagen. R. J. Heiserman: Verringerung der Herstellungskosten in einer Radiatorengießerei durch mechanische Fördereinrichtungen.* Beschreibung der Anlage der American Radiator Co. in Buffalo mit Gurt- und Rollenförderern und Sandbecherwerk. [Iron Trade Rev. 80 (1927) Nr. 11, S. 704/7.]

Gießereibetrieb. Gösta Drakenberg: Die Entwicklung der Gießereitechnik im Jahre 1926. Mechanische Eigenschaften des Gußeisens; Formsand; Trockenöfen; Kuppelöfen, Formmaschinen; Stahlformguß; Metallguß; Gießereiorganisation. [Tekn. Tidskrift 57 (1927) Mekanik 4, S. 46/9.]

Henry Fabre: Das Anfertigen großer Eisengußstücke.* Einrichtungen der Gießerei im allgemeinen. Modellanfertigen. Frage des Formstoffes. Abmessungen der Trichter. Lunker und andere Schäden. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 559, S. 377/80.]

Gustav Großmann: Verhütung von Form- und Gießfehlern.* Beitrag zur Lehrlingsausbildung. Beispiele häufig vorkommender Form- und Gießfehler. Ursache und Verhütungsmaßnahmen. [Gieß. 14 (1927) Nr. 15, S. 241/2.]

R. J. Heiserman: Vorteile mechanischer Formen- und Sandfördereinrichtungen.* Leistungssteigerung um rd. 69 % bei gleichzeitiger Verringerung der Kosten um 18 %. Beschreibung der Anlage zur Beförderung verschieden großer Formen. Transport großer Formen. Sandförderung und Aufbereitung. [Foundry 55 (1927) Nr. 6, S. 217/20.]

Metallurgisches. J. E. Fletcher: Englischer Hoch- und Kuppelofenbetrieb. Zusammenhang von Ofengang, Brennstoffverbrauch und Güte des Roh- bzw. Gußeisens. Möglichkeit der besseren Energieausnutzung. [Bull. Brit. Cast Iron Research Ass. Nr. 16 (1927) S. 6/10.]

Formstoffe und Aufbereitung. H. Reininger: Ergebnisse physikalischer Form- und Kernsand-Untersuchungsmethoden.* Hinweis auf größere Bedeutung der physikalischen Untersuchung gegenüber chemischen. Angabe von einfachen Methoden zur Prüfung auf Feinheitsgrad, Gasdurchlässigkeit und Adhäsion. [Gieß.-Zg. 24 (1927) Nr. 8, S. 204/6.]

J. E. Fletcher: Die Untersuchung von Formsand.* Allgemeine Betrachtung über Formsand, seinen Tongehalt und seine Porosität. Einfluß des Stampfens. Wassergehalt. Prüfung des Formsandes auf Korngröße, Tongehalt, Durchlässigkeit bei Gießtemperatur. Hinweis auf Zusammenhang zwischen Temperatur und Gefügeausbildung. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 550, S. 195/8.]

Neuer Sandmischer und -auflockerer.* Aufbereitung durch hohe Umfangsgeschwindigkeit einer mit Elektromotor betriebenen fahrbaren Trommel. Stundenleistung bis 5 t. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 557, S. 337/8.]

J. G. A. Skerl: Die Festigkeit von Formsanden. Zusammenhang der Festigkeit mit den anderen Eigenschaften von Formsand. Untersuchung mehrerer in der Gießerei benutzter Sande. [Bull. Brit. Cast Iron Research Ass. Nr. 16 (1927), S. 10/3.]

Brinton Welser: Mechanische Sandbeförderung in einer Stahlgießerei.* Verminderung des Zeitaufwandes und der Arbeiterzahl für Transportzwecke um 50 %. Einrichtung und Arbeitsweise bei dem Sioyer-Werk. Ersparnisse an Neusand durch mechanische Aufbereitung in Höhe von 50 %. [Foundry 55 (1927) Nr. 4, S. 126/8.]

Modelle, Kernkasten und Lehren. J. M. Haley: Ueber Modellholz.* Lufttrocknung. Stadeltrocknung mit warmer Luft. Durch Trocknung verursachte Schäden. „Zinkenprobe" zu ihrer Feststellung. [Foundry 55 (1927) Nr. 2, S. 70/1.]

Joseph G. Horner: Die Bemessung von losen Modellteilen.* Praktische Betrachtungen zur Bemessung von losen Modellteilen, die ein leichtes Abheben gestatten. Verschiedene Anwendungsbeispiele. Vorteile. [Foundry 55 (1927) Nr. 6, S. 233/5; Nr. 7, S. 278/80.]

Ben Shaw und James Edgar: Gießen einer Ausströmkammer.* Anfertigen des Modells der ziemlich dünnen, aber großen Kammer. Einformen des Modells. Anfertigen eines ähnlichen Verbindungsstückes. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 555, S. 295/6.]

K. V. Wheeler: Verminderung der Selbstkosten in der Gießerei durch zweckmäßige Modellanordnung.* Vergleich der Formarbeit bei losen und aufgesetzten Modellen. Vorteile bei der letzteren Arbeitsweise durch weniger Handarbeit, weniger unscharfe Abgüsse und geringere Beschädigung des Modells. Berücksichtigung der Schrumpfung bei heißem und kaltem Gießen. [Foundry 55 (1927) Nr. 4, S. 139/43.]

Formerei und Formmaschinen. J. D. Nicholson: Das Formen in Sand.* Hauptbedingungen für Sandformen. Das Stampfen. Abführen der Luft. Getrocknete Formen. Lehmzusatz. Gieß- und Steigtrichter. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 557, S. 339/42.]

D. Sharpe: Die Holleysche Dauerform. Dauerformen für Karburierungsdüsen. Anordnung auf Drehtisch. Fertigmachen zum Guß durch Berußen und Aufheizen mit Azetylenflamme. Leistung bis 1000 in der Stunde. Verwandtes Gußeisen. Wirtschaftlichkeit der Anlage. Güte des Erzeugnisses. Erörterung. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 555, S. 297/9.]

J. W. Hinchley: Das Holleysche Dauerformverfahren. Gießen von Zerstäuberdüsen in Dauerformen. Benutzte Sand-, Kern- und Roheisensorten. Herstellung der Formen. Glühbehandlung. Erörterung. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 559, S. 381/4.]

Formherstellung für einen langen Hohlzylinder.* Verschiedene Formverfahren. Auswahl des Geeigneten nach den örtlichen Verhältnissen. Vergleich von Lehm und Trockensand als Formstoffe. (Foundry 55 (1927) Nr. 5, S. 174/6.]

Die Herstellung von Formplatten.* Formplatten für eine Maschinenformerei in Neu-Seeland zur Herstellung von Zubehör zu Gas- und Wasserleitungen. [Foundry 55 (1927) Nr. 7, S. 270/3.]

U. Lohse: Großrüttler.* Wirkungsweise des Rüttelverfahrens. Grundsätzlicher Aufbau der Rüttler. Fülleinrichtungen. Bauformen und Wirkungsweise von vier verschiedenen Großrüttlern deutscher Bauart mit mechanischer Trennung von Form und Modell. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 4, S. 109/14.]

Trocknen. Elektrische Trocknung von Formen. Verwendung von kleinen tragbaren Heizkörpern. Vorzüge gegenüber feststehenden Trockenkammern. [Fonderie mod. 21 (1927) 25. April, S. 93.]

J. Stanley Wishoski: Elektrische Oefen zum Trocknen von Kernen.* Mit Widerstandsheizung betriebene Oefen zum Trocknen von 10 g bis 200 kg schweren Kernen. Selbsttätige Temperatur- und Zeiteinstellung. Luftzufuhr nach Umlaufverfahren regelbar. Energieverbrauch. [Fuels Furn. 5 (1927) Nr. 3, S. 331/6.]

Schmelzen. J. Ellis: Der Kuppelofen.* Bemerkungen über die Betriebsweise alter Kuppelöfen und neuzeitlicher Kuppelöfen mit Vorherd, deren Auskleidung und die Vorteile des letzteren. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 552, S. 233/5.]

Grauguß. E. Piwowarsky: Fortschritte in der Herstellung von hochwertigem Grauguß.* Entwicklungsgeschichte der Graugußbeschaffenheit in den letzten 20 Jahren. Vortrag vor der American Foundrymen Association. [Gieß. 14 (1927) Nr. 16, S. 253/7; Nr. 17, S. 273/6; Nr. 18, S. 290/3; vgl. St. u. E. 47 (1927) Nr. 8, S. 308/10.]

Pierre Chevenard und Albert Portevin: Einfluß des Kohlenstoffs und Siliziums auf die Graphitisation von weißem Roheisen.* Kurven über Einfluß des Kohlenstoff- bzw. Siliziumgehaltes. Einfluß der Wärmebehandlung, Gasatmosphäre, des Mangans und Schwefels soll in weiteren Versuchen ermittelt werden. [Comptes rendus 183 (1926) Nr. 25, S. 1283/4.]

Arthur B. Everest: Nickel und Nickelchrom im Gußeisen. Uebersicht über bisherige Veröffentlichungen mit kurzer Angabe der Forschungsergebnisse. [Bull. Brit. Cast Iron Research Ass. Nr. 16 (1927) S. 14/9.]

W. Maas Geesteranus: Eigenschaften und Herstellung von Gußeisen mit besonderer Festigkeit.* Metallographie des Gußeisens. Piwowarskys Erstarrungsdiagramm. Einfluß der Beimengungen. Verbesserung der Eigenschaften von Gußeisen nach Emmel, Lanz. Versuche von Wüst und Bardenheuer. Oefen nach Wüst, Schürmann. Wärmebilanzen von Kuppelöfen. Verbesserung der Güte durch Rütteln. Ausführliche Schrifttumsangabe. [De Ing. 42 (1927) Nr. 16, S. 319/39; Nr. 17, S. 354/66.]

Gußwaren erster Schmelzung. Nachteil der britischen Liefervorschriften, die Guß aus Hochofeneisen nicht zulassen. Seine Verwendung im Ausland. Entstehung und Haltlosigkeit der Vorurteile gegen Guß erster Schmelzung. Ueberwindung der Schwierigkeiten infolge ungleichmäßiger Zusammensetzung und wechselnden Bedarfs durch Mischer. [Foundry Trade J. 35 (1927) Nr. 557, S. 343/4.]

U. Lohse: Die Veredlung des Gußeisens. Schwierigkeiten der Graugußherstellung. Die verschiedenen Untersuchungsverfahren. Gefügeaufbau. Verfahren von Walter, Dürkopp-Luyken-Rein, Esslingen, Diefenthäler-Lanz, Wüst, Emmel-Thyssen, Corsalli, Dechesne. [Z. V. d. I. 71 (1927) Nr. 17, S. 562/4.]

(Schluß folgt.)

Statistisches.

Die Ruhrkohlenförderung im April 1927.

Im Monat April wurden im Ruhrgebiet insgesamt in 24 Arbeitstagen 9 129 622 t Kohle gefördert. Arbeitstäglich betrug die Kohlenförderung 380 401 t. Bei der arbeitstäglichen Förderung wurde die bisherige Höchstziffer im November 1926 erreicht mit 430 557 t; im Berichtsmonat stellte sich mithin die Förderung rd. 50 000 t niedriger. Die Kokserzeugung des Ruhrgebiets stellte sich im April auf 2 111 314 t (täglich 70 377 t). Die Brikettherstellung hat insgesamt 260 131 t betragen (arbeitstäglich 10 839 t).

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende April 1927 auf 414 431 gegen 418 475 Ende März 1927. Infolge des durch den verschärften englischen Wettbewerb hervorgerufenen Absatzmangels mußten trotz Einlegung von Feierschichten 4044 Arbeiter entlassen werden. Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels hat sich im Vergleich zum vorhergehenden Monat nicht unwesentlich erhöht. Es mußten aus dem angegebenen Grunde rd. 243 000 (arbeitstäglich 10 133) Feierschichten eingelegt werden gegen 84 631 (3134) im März 1927 und 13 681 (570) im Februar 1927. In der letzten Woche des Berichtsmonats setzte auch Wagenmangel ein. Infolgedessen haben die Feierschichten nicht unerheblich zugenommen. Infolge des Absatzmangels erfuhren die Haldenbestände eine Zunahme. Die Bestände an Kohle, Koks und Preßkohle (Koks und Preßkohle in Kohle umgerechnet) stellten sich Ende Januar auf rd. 1 452 000 t, Ende Februar auf rd. 1 366 000 t, Ende März auf rd. 1 722 000 t, Ende April auf rd. 1 871 000 t. In diesen Zahlen sind die in den Syndikatslagern vorhandenen, verhältnismäßig geringen Bestände sowie die Lager auf den Zechen einbegriffen.

Die Saarkohlenförderung im März 1927.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebiets im März 1927 insgesamt 1 288 813 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 1 261 638 t und auf die Grube Frankenholz 27 175 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 25,85 Arbeitstagen 49 856 t. Von der Kohlenförderung wurden 100 517 t in den eigenen Werken verbraucht. 9738 t an die Bergarbeiter geliefert und 31 280 t den Kokereien zugeführt sowie 947 141 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände vermehrten sich um 200 137 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtsmonats 331 580 t Kohle, 1 404 t Koks und 399 t Briketts auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im März 1927 22 145 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 77 357 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 732 kg.

Frankreichs Eisenerzförderung im Februar 1927.

Bezirk	Förderung: Monatsdurchschnitt 1913 t	Förderung: Februar 1927 t	Vorräte am Ende des Monats Februar 1927 t	Beschäftigte Arbeiter: 1913	Beschäftigte Arbeiter: Febr. 1927
Lothringen: Metz, Diedenhofen	1 761 250	1 544 147	419 453	17 700	13 860
Lothringen: Briey, Longwy	1 505 168	1 787 927	897 307	15 537	15 728
Lothringen: Nancy	159 743	115 338	358 823	2 103	1 657
Normandie	63 896	142 752	241 951	2 808	2 679
Anjou, Bretagne	32 079	40 152	49 457	1 471	973
Pyrenäen	32 821	16 145	20 319	2 168	1 030
Andere Bezirke	26 745	6 335	15 829	1 250	289
zusammen	3 581 702	3 652 796	2 003 139	43 037	36 216

Belgiens Hochöfen am 1. Mai 1927.

	Hochöfen: vorhanden	Hochöfen: unter Feuer	Hochöfen: außer Betrieb	Erzeugung in 24 st
Hennegau und Brabant:				
Sambre et Moselle	4	4	—	1 225
Moncheret	1	1	—	100
Thy-le-Château	4	4	—	660
Hainaut	4	4	—	850
Monceau	2	2	—	400
La Providence	4	4	—	1 200
Usines de Châtelineau	3	2	1	300
Clabecq	3	3	—	600
Boël	2	2	—	400
zusammen	27	26	1	5 735
Lüttich:				
Cockerill	7	7	—	1 294
Ougrée	6	6	—	1 253
Angleur	4	4	—	675
Espérance	4	4	—	600
zusammen	21	21	—	3 822
Luxemburg:				
Athus	4	4	—	700
Halanzy	2	2	—	160
Musson	2	2	—	173
zusammen	8	8	—	1 033
Belgien insgesamt	56	55	1	10 590

Belgiens Bergwerks- und Hüttenindustrie im April 1927.

	April 1927	März 1927
Kohlenförderung t	2 280 380	2 477 400
Kokserzeugung t	440 100	432 880
Brikettherstellung t	121 700	141 590
Hochöfen im Betrieb Ende des Monats	54	55
Erzeugung an:		
Roheisen t	309 920	314 340
Rohstahl t	293 250	306 590
Stahlguß t	7 820	8 035
Fertigerzeugnissen t	237 700	269 740
Schweißstahlfertigerzeugnissen t	13 210	14 780

Großbritanniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im März und April 1927.

		Roheisen 1000 t zu 1000 kg: Hämatit	basisches	Gießerei	Puddel	zusammen, einschl. sonstiges	Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Rohstahl und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg: Siemens-Martin sauer	Siemens-Martin basisch	Bessemer	Thomas	sonstiger	zusammen	darunter Stahlguß
Januar	1926	180,9	186,1	123,6	22,1	542,0	144	172,7	418,1	59,8	—	—	650 6	12,2
	1927	144,8	156,6	102,9	17,7	441,6	152	221,0	502,3	19,1	—	—	742 4	12,6
Februar	1926	159,8	178,0	125,1	22,8	510,0	146	214,9	452,5	47 7	—	—	715,1	13,1
	1927	199,3	190 7	146,8	17,8	580,2	166	259,9[1])	539,8[1])	40 3	—	—	840,0[1])	13,0
März	1926	181,9	206,2	143,5	20,7	577,6	151	233,3	507,7	55,7	—	—	796,7	14,4
	1927	233,5	224,9	170,4	21,5	682,5	178	275 9	629,2	59,6	—	—	964,7	15,8

Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen belief sich Ende April auf 189 oder 11 mehr als zu Beginn des Monats; zur gleichen Zeit des Vorjahres standen 147 Hochöfen unter Feuer. Die Roheisenherstellung betrug im April 690 900 gegen 682 500 t im März 1927 und 547 800 t im April 1926. Davon entfielen auf Hämatit 241 600 t, auf Thomasroheisen 210 600 t, auf Gießereiroheisen 185 400 t und auf Puddelroheisen 23 000 t. Die Erzeugung an Stahlblöcken und Stahlguß betrug 863 700 t gegen 964 700 t im März 1927 und 671 600 t im April 1926. Der Rückgang im April 1927 erklärt sich aus den Osterfeiertagen.

[1]) Berichtigte Zahlen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Vom Stahlwerks-Verband. — Die Rohstahlgemeinschaft, der A-Produkte-Verband und der Stabeisen-Verband hielten am 19. Mai ihre diesmonatigen Hauptversammlungen in Düsseldorf ab. Nach einer ausführlichen Besprechung der Marktlage wurden Angelegenheiten rein innerer Natur (Abrechnungsfragen u. dgl.) erledigt. Die bisherigen Preise haben keine Aenderung erfahren.

In der Hauptversammlung des Grobblech-Verbandes am 20. Mai 1922 wurde beschlossen, die Preise für das In- und Ausland bestehen zu lassen. Der Eingang an Aufträgen ist befriedigend. Die Werke sind noch für mehrere Monate beschäftigt.

Ausnahmetarif für Steinkohlenkoks vom Ruhrgebiet nach Luxemburg. — Die Tatsache, daß der für Luxemburg bestimmte Steinkohlenkoks bisher aus Frachtersparnisgründen aus dem Ruhrgebiet auf kurzen deutschen Bahnstrecken über Belgien nach Luxemburg befördert werden mußte, hat der Deutschen Reichsbahngesellschaft nunmehr Veranlassung gegeben, Tarifmaßnahmen zu ergreifen, um den oben bezeichneten Umleitungsverkehr wieder für die längeren deutschen Bahnstrecken zurückzugewinnen, d. h. für den natürlichen Weg Ruhrgebiet—Trier—Luxemburg. Es ist mit Gültigkeit vom 10. Mai 1927 an bis auf jederzeitigen Widerruf ein entsprechender Ausnahmetarif erstellt worden, wonach die Deutsche Reichsbahngesellschaft für den Versand von Steinkohlenkoks von Ruhrstationen nach den luxemburgischen Stationen Dommeldingen, Werke Düdelingen, Esch a. d. Alzette und Steinfort Frachtnachlässe bei Leitung über Igel-Grenze gewährt. Die Höhe des Frachtnachlasses richtet sich nach dem Frachtenunterschied, um den der belgische Weg gegenüber dem direkten deutschen Wege billiger ist. Vorbedingung für die Tarifanwendung ist, daß die Sendungen mit durchgehendem internationalen Frachtbrief von den im Tarif angegebenen Ruhrstationen nach den vorstehend genannten luxemburgischen Empfangsstationen über Igel-Grenze zur Beförderung aufgegeben werden. Die billigeren Frachten werden sofort im Abfertigungswege gewährt, d. h. die Frachtsätze des Ausnahmetarifs 6 werden sogleich bei der Abfertigung der Sendungen um einen Betrag gekürzt, der für die einzelnen Verkehrsbeziehungen verschieden ist. Die Nachlaßsätze sind aus einer dem Tarif beigegebenen Kürzungstafel zu ersehen. Der Tarif ist veröffentlicht im Tarif- und Verkehrsanzeiger für den Güter- und Tierverkehr Nr. 46 vom 9. Mai 1927, lfd. Nr. 748.

Ausfuhr-Ausnahmetarif für saarländische Hüttenerzeugnisse. — Mit Gültigkeit vom 1. Mai 1927 an ist ein Ausnahmetarif Sb 1 für Erzeugnisse aus Eisen und Stahl von Stationen der Saarbahnen einerseits nach Stationen der Nationalen Gesellschaft der belgischen Eisenbahnen anderseits über Strecken der Deutschen Reichsbahngesellschaft eingeführt worden. Er bezieht sich auf Ausfuhrsendungen über Antwerpen, die bisher fast ausschließlich über Diedenhofen—Luxemburg—Arlon nach Antwerpen geleitet wurden und nunmehr aus Wettbewerbsrücksichten im Durchlauf über deutsche Strecken geleitet werden sollen. Der durch den Tarif vorgeschriebene neue Beförderungsweg geht über Saarhölzbach- oder Taben-Grenze und weiter über Losheim- oder Losheimergraben-Grenze. Der Tarif wurde im gegenseitigen Einvernehmen der Deutschen Reichsbahn, der Saarbahnen und der belgischen Bahnen eingeführt.

Die Maschinenindustrie der Welt.

Der Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten hat vor kurzem eine Denkschrift über die Maschinenindustrie der Welt[1]) der Oeffentlichkeit übergeben. Die Denkschrift, die auf das an Deutschland ergangene Ersuchen der Kommission B des vorbereitenden Ausschusses für die Internationale Wirtschaftskonferenz des Völkerbundes ausgearbeitet und in ihrem wesentlichsten Teile bereits im Herbst 1926 fertiggestellt wurde, stellt eine erste Untersuchung über die Lage der Maschinenindustrie der Welt dar. Die Abgrenzung des Begriffes „Maschinenindustrie" erfolgte dabei so, daß elektrotechnische Erzeugnisse und Kessel nicht einbegriffen, dagegen Lokomotiven mit berücksichtigt wurden. Die Arbeit beruht auf umfangreichen in einem Anhang zur Denkschrift vollständig wiedergegebenen statistischen Unterlagen, die ihrerseits in der Hauptsache amtlichen Quellen entnommen sind. Auf diese Weise bildet sie ein äußerst wertvolles Nachschlagewerk, das bei dem bekannten Mangel an brauchbaren statistischen Unterlagen in Deutschland doppelt willkommen zu heißen ist. Der Inhalt der Denkschrift gliedert sich nach den Vorschlägen der Kommission B in einen vorläufigen Bericht über die wesentlichen Entwicklungsbedingungen der Maschinenindustrie in den letzten Jahren und beschäftigt sich dann in einzelnen Abschnitten mit der Herstellungsmöglichkeit, der tatsächlichen Herstellung, mit der Zahl der beschäftigten Arbeiter, den Arbeitsstunden und der Arbeitsleistung, mit den Löhnen, den verwendeten Rohstoffen, den Zolltarifen, der Ein- und Ausfuhr, dem Verbrauch, den Preisen, der industriellen Organisation und mit den Ein- und Verkaufsverbänden. Es ist natürlich unmöglich, an dieser Stelle aus dem reichen Inhalt der Denkschrift auch nur das Wichtigste vollständig wiederzugeben. Wir müssen uns damit begnügen, einige uns besonders wertvoll scheinende Zusammenstellungen abzudrucken, und verweisen im übrigen auf die Denkschrift selbst.

Zahlentafel 1. Herstellung und Herstellungsmöglichkeit des Maschinenbaues der Welt.

	1913		1925						
			Vorkriegswerte				Beschäftigungsgrad	Zeitwerte	
	Herstellung[2])		Herstellung		Herstellungsmöglichkeit			Herstellung	Herstellungsmöglichkeit
	Mill. ℳ	%	Mill. ℳ	%	Mill. ℳ	%	%	Millionen ℳ	
Vereinigte Staaten	6 775	50,0	8 465	57,6	11 330	57,1	74,5	12 697	17 000
Großbritannien	1 602	11,8	2 007	13,6	2 307	11,6	87,4	3 010	3 460
Deutschland	2 800 (2 700[3])	20,6	1 933	13,1	3 359	16,9	(72,4)[4])	2 900	5 038
Uebrige Länder	2 378 (2 478[3])	17,6	2 300	15,7	2 860	14,4	80,0	3 452	4 280
Zusammen	13 555	100,0	14 705	100,0	19 856	100,0	74	22 059	29 778

Zahlentafel 1 und 2 und Abb. 1 geben die Herstellung und die Herstellungsmöglichkeit des Weltmaschinenbaues wieder. Im Jahre 1913 belief sich der Wert der Welterzeugung an Maschinen auf 13½ Milliarden, im Jahre 1925 auf 22 Milliarden ℳ. Amerika war an der Maschinenerzeugung des Jahres 1913 mit 50 %, Großbritannien mit 11,8 % und Deutschland mit 20,6 % beteiligt; auf die übrigen Länder entfielen insgesamt nur kaum 18 %.

Die Erzeugungsfähigkeit dürfte 1913 im allgemeinen voll ausgenutzt gewesen sein. Die Gesamterzeugungsfähigkeit der Welt an Maschinen ist in dem Jahrzwölft seit

[1]) Berlin-Charlottenburg: Verein deutscher Maschinenbau-Anstalten (V. D. M. A.) Karl Lange, Oktober 1926. (194 S.) 4°. 6,50 ℛℳ, geb. 7,50 ℛℳ.

[2]) Die Herstellungsmöglichkeit im Jahre 1913 ist gleich der Herstellung; der Beschäftigungsgrad kann mit 100 % angenommen werden.

[3]) Die eingeklammerten Zahlen geben die Herstellung in den heutigen Grenzen wieder.

[4]) Die Herstellungsmöglichkeit wurde nicht mit Hilfe dieses Beschäftigungsgrades errechnet.

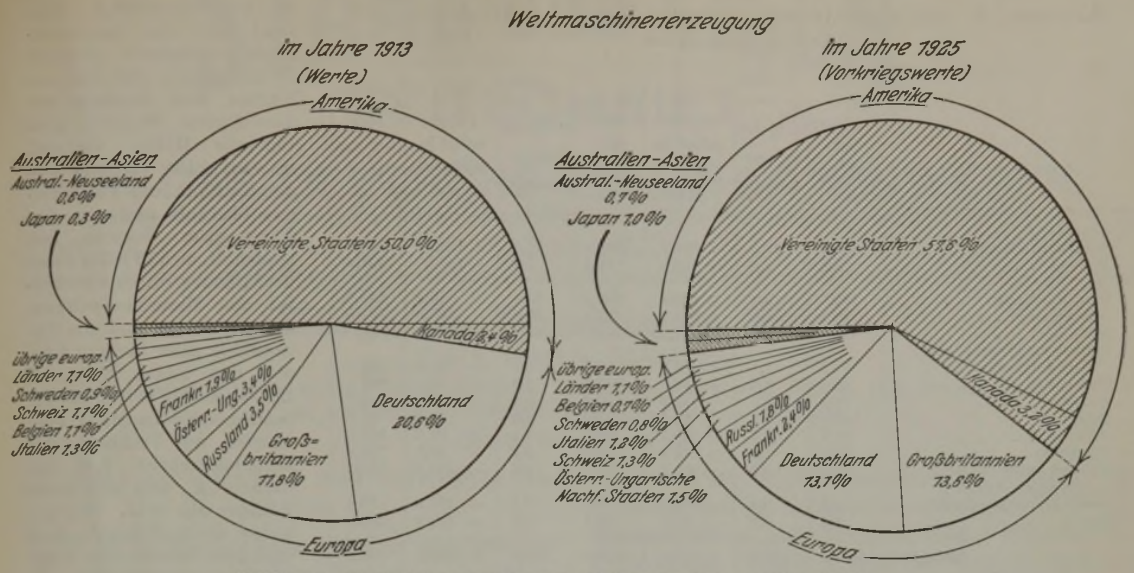

Abbildung 1. Die Maschinenherstellung der Welt in den Jahren 1913 und 1925.

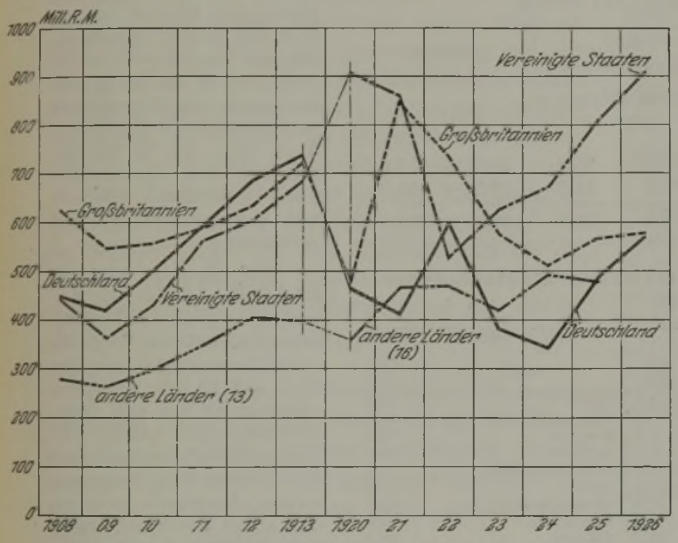

Abbildung 2. Entwicklung der Maschinenausfuhr der Hauptherstellungsländer in den Jahren 1908 bis 1913 und 1920 bis 1926. Vorkriegswerte in Mill. *RM.*

Zahlentafel 2. Welt-Maschinenherstellung.

	1913		1925		
	Zeitwerte in Mill. ℳ	in % der Weltherstellung	Zeitwerte in Mill. ℳ	Vorkriegswerte in Mill. ℳ	in % der Weltherstellung
1. Amerika:					
Ver. Staaten	6 775	50,0	12 697	8 465	57,6
Kanada	320	2,4	710	473	3,2
2. Europa:					
Großbritannien	1 602	11,8	3 010	2 007	13,6
Deutschland[1])	2 800	20,6	2 900	1 933	13,1
Rußland	475	3,5	405	270	1,8
Oesterreich-Ungarn bzw. Nachf.-St.	460	3,4	332	221	1,5
Frankreich	263	1,9	520	347	2,4
Italien	175	1,3	260	173	1,2
Belgien	154	1,1	162	108	0,7
Schweiz	150	1,1	285	190	1,3
Schweden	122	0,9	170	113	0,8
Uebrige europ. Länder	136	1,1	241	161	1,1
3. Australien, Asien:					
Austral.-Neuseeland	76	0,6	152	101	0,7
Japan	47	0,3	215	143	1,0
	13 555	100,0	22 059	14 705	100,0

1913 in Vorkriegswerten um 46.5 % gestiegen. Da aber diese Herstellungsfähigkeit aus Konjunkturgründen 1925 nur mit 74 % statt wie 1913 schätzungsweise mit 100 % ausgenutzt wurde, so beträgt die Steigerung der tatsächlichen Erzeugung nur knapp 10 %. Auf Vorkriegswerte zurückgerechnet, macht die Gesamterzeugung im Jahre 1925 14,7 Milliarden ℳ aus gegenüber 13,5 Milliarden ℳ 1913. Der Anteil der Vereinigten Staaten ist von 50 auf 57,6 % gestiegen, der Großbritanniens von 11,8 auf 13,6, dagegen derjenige Deutschlands von 20,6 auf 13,1 % gefallen, derjenige der übrigen Länder von 17,6 % auf 15,7 % zurückgegangen. Im großen und ganzen stellt sich die Erzeugungslage also gegenüber 1913 so dar, daß Deutschland 900 Mill. ℳ oder, auf die jetzigen Grenzen berechnet, 800 Mill. ℳ, die übrigen Länder 100 bzw. 200 Mill. ℳ an Erzeugungswert verloren, dagegen Großbritannien 400 Mill. ℳ und die Vereinigten Staaten 1700 Mill. ℳ gewonnen haben.

Die Gesamtmaschinenausfuhr der Welt (Zahlentafel 3 und 4 und Abb. 2) hatte 1913 einen Wert

Zahlentafel 3. Maschinenausfuhr der Welt.

	1913		1925				
			Vorkriegswerte			Zeitwerte	
	Mill. ℳ	%	Mill. ℳ	%	Steigerung 1913 bis 1925 %	Mill. ℳ	Steigerung 1913 bis 1925 %
Vereinigte Staaten	680,6	26,8	853,2	34,8	+ 25,2	1279,8	+ 88,0
Großbritannien	721,3	28,4	598,8	24,4	— 17,0	898,2	+ 24,5
Deutschland	738,4	29,0	489,9	20,0	— 33,6	734,9	— 0.5
Uebrige Länder	396,9	15,8	508,3	20,8	+ 28,1	762,5	+ 92,0
Zusammen	2537,2	100,0	2450,2	100,0	— 3,4	3675,4	+ 44,9

[1]) Bei einem Vergleich der Vorkriegs- und Nachkriegsherstellung Deutschlands ist infolge der Gebietsabtretungen die Herstellung des heutigen Gebiets für die Vorkriegszeit mit 2700 Mill. ℳ anzusetzen. Die Herstellung von Frankreich erhöht sich dementsprechend für 1913 um 75 Mill. ℳ auf 338 Mill. ℳ, die Rußlands infolge der Abtretungen an Polen um 25 Mill. ℳ auf 500 Mill. ℳ.

Zahlentafel 4. Die Maschinenausfuhr der Maschinenherstellungsländer insgesamt.

	1913			1925			Ausfuhr 1925 in % von 1913
	Ausfuhr: Zeitwerte in Mill. ℛℳ	in % der Gesamtausfuhr	Ueberschuß in Millionen ℛℳ	Ausfuhr: Zeitwerte in Mill. ℛℳ	in % der Gesamtausfuhr	Ueberschuß in Millionen ℛℳ	
1. Amerika:							
Vereinigte Staaten	680,6	26,8	+ 652,3	1279,8	34,8	+ 1222,2	188,0
Kanada	36,9	1,5	— 119,6	76,7	2,1	— 166,8	208,0
2. Europa:							
Großbritannien	721,3	28,4	+ 600,5	898,2	24,4	+ 676,9	124,5
Deutschland	738,4	29,0	+ 637,2	734,9	20,0	+ 636,0	99,5
Rußland[1])	—	—	— 341,3	—	—	— 156,1	—
Oesterreich-Ungarn bzw. Nachf.-Staaten	27,5	1,1	— 84,9	98,5	2,9	— 31,6	305,8
Frankreich	76,7	3,0	— 146,7	169,4	4,6	— 42,9	221,0
Italien	18,1	0,7	— 83,2	26,3	0,7	— 127,0	145,2
Belgien	62,6	2,5	— 25,5	58,6	1,6	— 37,2	98,5
Schweiz	62,3	2,5	+ 28,1	125,3	3,4	+ 73,5	201,0
Schweden	48,9	1,9	+ 24,4	90,2	2,4	+ 48,3	184,5
Uebrige europ. Länder	53,9	2,3	— 101,2	99,7	2,6	— 172,6	185,0
3. Australien-Asien:							
Australien-Neuseeland[2])	5,8	0,1	— 100,2	5,7	0,2	— 191,2	98,3
Japan	4,2	0,2	— 61,3	12,1	0,3	— 109,3	288,0
Insgesamt	2537,2	100,0	+ 878,0	3675,4	100,0	+ 1622,2	144,9

Zahlentafel 5. Maschineneinfuhr der Welt.

	1913	1925 Vorkriegswerte	Zeitwerte
	Werte in Millionen ℳ		
Einfuhr der Produktionsländer %	1659 = 65,4	1369 = 55,8	2053 = 55,8
Uebrige Einfuhr %	878 = 34,6	1081 = 44,2	1622 = 44,2
Welteinfuhr %	2537 = 100,0	2450 = 100,0	3675 = 100,0

Zahlentafel 6. Die zehn wichtigsten Absatzmärkte Deutschlands 1913, 1924 und 1925.

1913		1924		1925	
Land	Mill. ℛℳ	Land	Mill. ℛℳ	Land	Mill. ℛℳ
Rußland	136,5	Niederlande	34,9	Italien	59,9
Oesterreich-Ungarn	84,4	Polen	33,0	Niederlande	48,1
Frankreich	74,6	Italien	31,3	Brasilien	43,9
Großbritannien	39,9	Oesterreich	29,5	Rußland	39,9
Italien	39,2	Tschechoslowakei	24,8	Tschechoslowakei	34,7
Belgien	37,1	Brasilien	23,9	Polen	34,2
Niederlande	35,0	Schweiz	23,4	Großbritannien	33,3
Spanien	26,0	Argentinien	19,8	Argentinien	29,6
Schweiz	25,6	Großbritannien	19,2	Schweiz	29,3
Brasilien	24,8	Schweden	17,9	Spanien	28,7
	523,1		257,7		381,6
D. i. von der Gesamtmaschinenausfuhr Deutschlands = 72 %.		D. i. von der Gesamtmaschinenausfuhr Deutschlands = 49,7 %.		D. i. von der Gesamtmaschinenausfuhr Deutschlands = 51,8 %.	

Zahlentafel 7. Die zehn wichtigsten Maschineneinfuhrländer der Welt.

1913		1924		1925	
Land	Masch.-Einfuhr in Mill. ℛℳ	Land	Masch.-Einfuhr in Mill. ℛℳ	Land	Masch.-Einfuhr in Mill. ℛℳ
Rußland	341,3	Frankreich	213,1	Kanada	243,5
Frankreich	223,4	Britisch-Indien	196,0	Britisch-Indien	225,4
Kanada	156,5	Großbritannien	179,2	Großbritannien	221,3
Britisch-Indien	139,2	Japan	178,2	Frankreich	212,3
Großbritannien	120,8	Kanada	162,2	Brasilien	172,8
Oesterreich-Ungarn	112,4	Australien	140,3	Rußland	156,1
Brasilien	101,9	Belgien	134,5	Italien	153,3
Italien	101,3	Argentinien	128,4	Australien	145,0
Deutschland	101,2	Niederlande	111,3	Argentinien	142,8
Argentinien	90,6	Brasilien	103,6	Niederlande	125,2
	1488,6		1546,8		1797,7
D. i. von der Gesamtmaschineneinfuhr = rd. 59 %.		D. i. von der Gesamtmaschineneinfuhr = rd. 51 %.		D. i. von der Gesamtmaschineneinfuhr = rd. 50 %.	

[1]) Die russische Ausfuhr erreichte nicht 1 Mill. ℛℳ. [2]) Die neuseeländische Ausfuhr erreichte nicht 1 Mill. ℛℳ.

von 2½ Milliarden ℳ. Während 1909 die Maschinenausfuhr Englands diejenige Deutschlands um fast ein Drittel und diejenige der Vereinigten Staaten noch um die Hälfte übertraf, war bis 1913 England von Deutschland um ein geringes überholt und von den Vereinigten Staaten fast eingeholt, so daß jedes dieser drei Länder rd. zwei Siebentel des Maschinenwelthandels innehatte und die Gesamtheit aller übrigen Länder das letzte Siebentel. Im Jahre 1925 betrug die Gesamtmaschinenausfuhr aller Länder, auf Vorkriegswerte zurückgerechnet, 2,45 Milliarden ℳ, also nur etwas weniger als 1913. Dagegen haben die Ausfuhrzahlen der einzelnen Länder eine desto stärkere Veränderung erfahren. Der Anteil der Vereinigten Staaten ist von 26,8 auf 34,8 % gestiegen, dagegen derjenige Deutschlands von 29 auf 20 % und derjenige Großbritanniens von 28,4 auf 24,4 % gefallen. Auch hier, wie in der Erzeugung, hat Großbritannien Deutschland überholt und auf den dritten Platz verwiesen.

Die Einfuhr (Zahlentafel 5) der Länder, die Maschinen in größerem Umfang erzeugen, hat im Vergleich zu 1913 einen Rückgang von 65,4 auf 55,8 % erfahren, während die der sich industrialisierenden Länder von 34,6 auf 44,2 % zugenommen hat. Demnach hat der gegenseitige Austausch zwischen den selbst Maschinen erzeugenden Ländern zwar abgenommen, spielt aber immer noch die wichtigere Rolle.

Besondere Aufmerksamkeit verdienen noch die Zahlentafeln über die zehn wichtigsten Absatzmärkte der Vereinigten Staaten, Großbritanniens und Deutschlands. Wir geben die Zahlentafel für Deutschland hier wieder (s. Zahlentafel 6). Vor dem Kriege war demnach Rußland der größte Abnehmer deutscher Maschinen; im Jahre 1924 fehlte es unter den zehn größten Abnehmern, und im Jahre 1925 stand es erst an vierter Stelle (hinter Italien, den Niederlanden und Brasilien).

Zahlentafel 7 endlich unterrichtet über die zehn wichtigsten Einfuhrländer, nach ihrer Größe geordnet.