

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

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

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

Heft 49

9. Dezember 1943

63. Jahrgang

| | Seite | | Seite |
|---|-------|--|-------|
| Umkehrbetrieb von Walzenstraßen mit Stromrichtern unter besonderer Berücksichtigung der dabei auftretenden Spannungsabfälle im speisenden Netz. Von Gerhard Himmelberg. | 889 | Umschau | 900 |
| Untersuchung verschiedener Brennerbauarten. Von Karl Otto Borchers. | 894 | Fortschritte im Siemens-Martin-Verfahren. — Die Bestimmung des Gesamtsauerstoffgehaltes im Roheisen nach dem Aluminiumreduktionsverfahren. — Fortschritte in der Schweißtechnik im Jahre 1942 (Schluß zu Seite 886). | |
| | | Patentbericht | 905 |
| | | Wirtschaftliche Rundschau | 907 |
| | | Buchbesprechungen — Vereinsnachrichten | 908 |

Umkehrbetrieb von Walzenstraßen mit Stromrichtern unter besonderer Berücksichtigung der dabei auftretenden Spannungsabfälle im speisenden Netz

Von Gerhard Himmelberg

Beschreibung einer mit Stromrichtern ausgeführten Anlage. Gelegentlich einer Umkehrwalzung vorgenommene Messungen unter besonderer Berücksichtigung der dabei auftretenden Spannungsabfälle im speisenden Netz. Nachprüfung der Meßergebnisse und ihre Uebertragung auf eine größere Anlage. Rechnerische Untersuchung dieser größeren Anlage, bestehend aus einem 360-mt-Umkehrantrieb, der durch einen umlaufenden Umformer ohne Schwungrad gespeist wird.

Im Jahre 1936 war ein oberschlesisches Werk vor die Entscheidung gestellt, für eine neu zu errichtende Grob- und Mittelstraße des erforderlichen Regelbereiches wegen entweder umlaufende Umformer oder gittergesteuerte Gleichrichter zur Speisung der Walzmotoren zu wählen.

Als umlaufende Umformer sind Drehstrom-Gleichstrommotor-Generatoren bekannt, bei denen die aus dem Drehstromnetz entnommene Energie über Motor und Generator in Gleichstrom umgeformt wird. Wird die Spannung des Generators und damit die Ankerspannung des angeschlossenen Walzmotors durch Verändern der Erregung des Gleichstromgenerators geregelt, so hat man die Leonard-Schaltung vor sich. Erhält der Umformer zum Belastungsausgleich der beim Walzbetrieb auftretenden Stöße ein Schwungrad, so spricht man nach dem Erfinder von einem Ilgner-Umformer. Beides, Leonard-Schaltung und Ilgner-Umformer, waren bis vor kurzem die alleinigen Ausführungsformen des Umkehrwalzbetriebes, bei dem in weiten Grenzen geregelt wird, häufiger Drehsinnwechsel vorkommt und große Belastungsstöße auftreten.

Man entschloß sich damals, für die neuen Straßen, die als Dreiwalzenstraßen ursprünglich für den Umkehrbetrieb nicht vorgesehen waren, gittergesteuerte Gleichrichter¹⁾ zu nehmen, weil sowohl die Anlage als auch die Betriebskosten rechnerisch günstigere Werte ergaben. Da zu der damaligen Zeit Betriebserfahrungen mit gittergesteuerten Walzenstraßen solcher Größen nicht vorlagen, war es ein verantwortungsvoller Entschluß, die vorgenannte Steuerungsart zu wählen, um so mehr, als es sich später als notwendig erwies, auf der Grobstraße bei bestimmten Profilen den Umkehrbetrieb einzuführen.

Bekanntlich arbeiten gittergesteuerte Stromrichter in der sogenannten Kreuzschaltung beim Anfahren, Um-

steuern und Bremsen ähnlich wie ein Ilgner-Umformer in Leonard-Schaltung. Da jedoch kein Energiespeicher entsprechend dem Schwungrad des Ilgner-Umformers

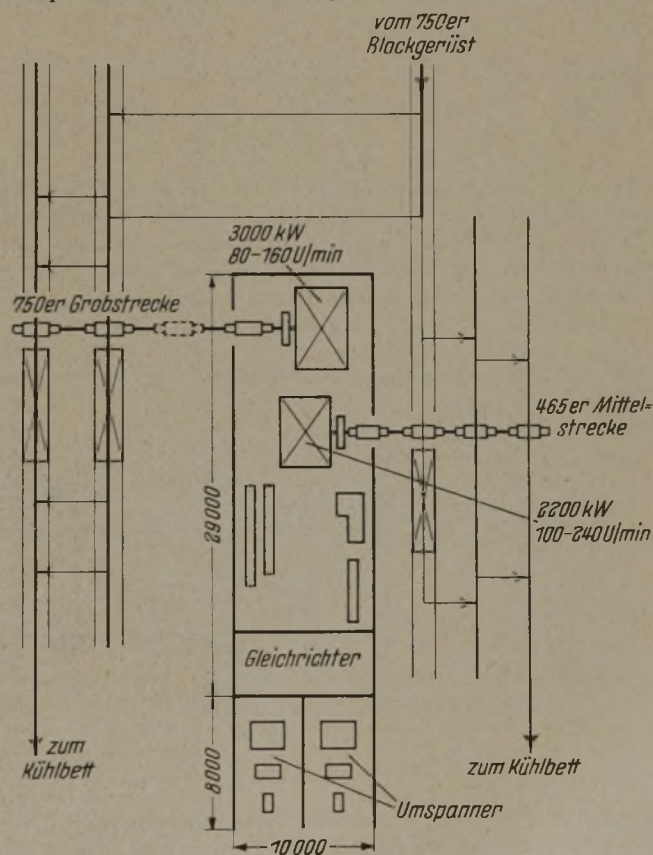


Bild 1. Anordnung der Grob- und Mittelstraße sowie der zugehörigen Walzmotoren und Hilfsgeräte.

vorhanden ist, gehen die Stromstöße des Walzbetriebes dämpfungslos in das speisende Netz. Neben den Wirklaststößen treten beim Stromrichterbetrieb besonders hohe Blindlaststöße auf, die den Spannungsabfall ungünstig beeinflussen.

¹⁾ Vgl. Buff, C. Th.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 53/63 (Masch.-Aussch. 65). — Engel, L.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 173/85 (Masch.-Aussch. 77). — Fischer, M.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 186/96 (Masch.-Aussch. 78). — Bauer, H.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 196/201 (Masch.-Aussch. 79.)

Die Grobstraße (*Bild 1*), deren Walzendurchmesser 750 mm beträgt, ist im ersten Ausbau nur mit zwei Dreiwalzengerüsten versehen worden. Doch wurde der Aufbau der Straße so vorgenommen, daß jederzeit ein drittes hinter der Kammwalze eingefügt werden kann. *Bild 1* zeigt deutlich, wie auf engstem Raum zwischen der außerdem noch vorhandenen Mittelstrecke Walzmotoren, Stromrichter mit Umspannern und zugehörige Hilfsgeräte untergebracht worden sind. Bei Verwendung von umlaufenden Umformern wäre dies nicht möglich gewesen. Die Stromrichter sind also im Raumbedarf den umlaufenden Umformern erheblich überlegen. Der Walzmotor der Grobstraße hat eine Dauerleistung von 3000 kW bei 0—80—160 U/min. Die Ausschaltleistung beträgt 7500 kW, die höchste Ankerspannung 1000 V. Die Stromrichter haben eine Dauerleistung von je 3250 kW. Gespeist wird die Stromrichteranlage von einem 60/6-kV-Umspannwerk, das 750 m vom Walzwerk entfernt ist. Diese Entfernung ist als verhältnismäßig klein zu bezeichnen, so daß sich zwischen Umspannwerk und Stromrichteranlage nur geringe Leistungs- und Spannungsverluste ergeben.

Während des Walzversuches war im Umspannwerk nur ein 15 000-kVA-Umspanner eingeschaltet. Bei dem Versuch wurden Platinen gewalzt mit einem Blockgewicht von rd. 870 kg, und zwar gewöhnlicher Stahl von 37 bis 44 kg/mm² Festigkeit. Die Blöcke wurden auf einer außerdem vorhandenen Dreiwalzen-Blockstraße vorgewalzt. Als Anfangsquerschnitt für die Umkehrstraße gilt 224×96 mm bei 5,1 m Blocklänge. Der Block wurde dann, wie *Zahlentafel 1* angibt, in fünf Stichen zwischen

Zahlentafel 1.

Stichplan, Walztemperatur rd. 1150 bis 1050 °

| Stich Nr. | Abmessungen mm | Querschnitt cm ² | Abnahme % | Länge m | Verlängerung | Mittlere Drehzahl | Walzgeschw. m/s | Stichzeit s |
|-----------|----------------|-----------------------------|-----------|---------|--------------|-------------------|-----------------|-------------|
| 1 | 236×72 | 169 | 21,3 | 6,5 | 1,275 | 58,8 | 2 | 3,25 |
| 2 | 244×46 | 112 | 33,8 | 9,8 | 1,92 | 62,5 | 2,12 | 4,64 |
| 3 | 249×25 | 62,5 | 44,3 | 17,6 | 3,45 | 68 | 2,92 | 7,6 |
| 4 | 252×18 | 45,4 | 27,4 | 24,3 | 4,76 | 75,8 | 2,98 | 8,2 |
| 5 | 253×14 | 35,6 | 21,4 | 31 | 6,08 | 73 | 2,88 | 10,7 |

der Unter- und Mittelwalze der Grobstrecke auf 253×14 mm heruntergewalzt, also auf 6,1fache Verlängerung. Die ersten drei Stiche wurden auf dem ersten Gerüst mit einem Arbeitsdurchmesser von 650 mm und die letzten beiden Stiche auf dem zweiten Gerüst mit einem Arbeitsdurchmesser von 745 mm ausgewalzt. Die Endver-

den Meßgeräte war miteinander gekuppelt und wurde durch einen Motor angetrieben, der die Schreibstreifen mit 4,32 mm/s vorwärtsbewegte. Die Meßwerke der schreibenden Geräte stellen sich natürlich nicht so schnell auf die jeweils auftretenden Werte ein, wie dies beispielsweise bei einem Oszillographen der Fall wäre. Da auch die Einstellzeiten der benutzten Geräte untereinander verschieden sind, ergeben sich bei der Aufzeichnung kleine Abweichungen gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen. Die aufgenommenen Meßstreifen geben aber trotzdem ein gutes Bild vom Verlauf der einzelnen Größen beim Walzen.

Es liegen Messungen für drei Blockfolgen zu je fünf Stichen, also insgesamt 15 Stichen, vor. Das Ergebnis der ersten Blockfolge zeigt *Bild 2*. Außer den genannten Werten wurde auch noch der Strom auf der 6-kV-Seite gemessen. Er ist jedoch der Uebersichtlichkeit wegen in *Bild 2* nicht mit aufgenommen worden. Bei der Beurteilung des Meßstreifens, der von rechts nach links abläuft, muß in Walzgeschwindigkeit und Belastung berücksichtigt werden, daß es sich hier nicht um einen normalen, zügigen Umkehrbetrieb handelt, sondern um eine der ersten Umkehrwalzungen auf der Grobstraße. Wie man aus *Bild 2* deutlich ersieht, erleidet die Spannung beim Auftreten der Blindlastspitze den größten Einbruch. Der niedrigste Wert der Spannung tritt beim schwersten Stich 3 ein mit 5700 V, wohingegen bei der kleinsten Blindlastspitze, und zwar beim Stich 5, die Spannung nur auf 5780 V heruntergeht. Legt man als Momentanwert der Leerlaufspannung für die Stiche 3 bis 5 jeweils die Spannung zugrunde, die sich vor Auftreten der Blindlastspitze eingestellt hat, so liegt diese Spannung beim Stich 3 bei 5780 V und beim Stich 5 bei 5860 V und hiermit der Spannungsabfall bei 2,9 bzw. 1,35 %. Diese Spannungsabfälle sind klein, sie werden auch bei höchster Belastung der Grobstraße bis zum Ausschaltmoment von 100 mt in erträglichen Grenzen bleiben.

Der Leistungsfaktor beim Anstich und damit die Höhe der Blindleistungsspitzen ist vor allem von der jeweiligen Aussteuerung (Auslage des Steuerhebels) des Gleichrichters, also von der Drehzahl abhängig, bei welcher das Walzgut von den Walzen erfaßt wird. Dieses geht sehr deutlich aus dem *Bild 2* hervor. Obwohl z. B. bei den Stichen 1, 2 und 3 innerhalb der Wirkleistung nur geringe Unterschiede sind, weisen die zugehörigen Blindleistungen erhebliche Unterschiede

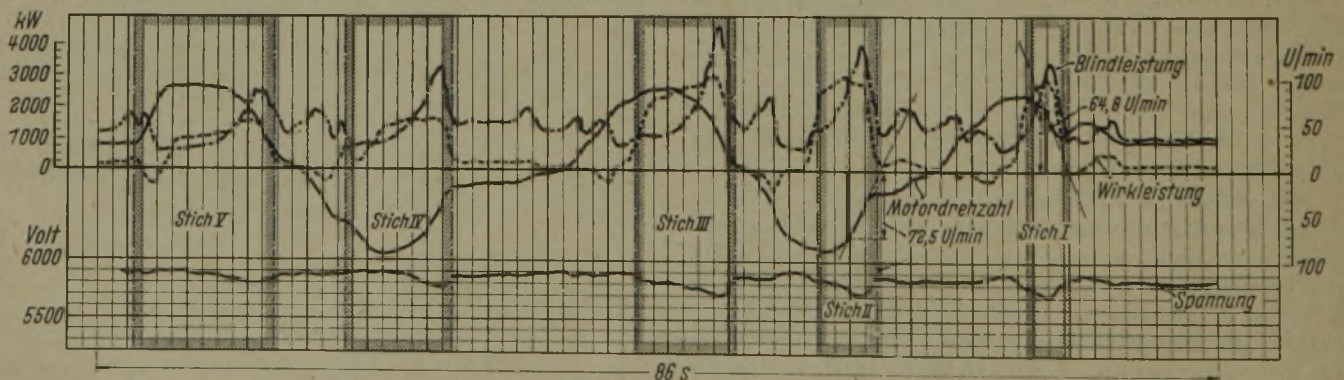


Bild 2. Meßstreifen.

längerung um das rd. 6fache entspricht hierbei etwa der einer Blockstraße, auf der z. B. Stahl für eine nachfolgende Knüppel- oder Schienenstraße vorgeblockt wird.

Die elektrischen Werte, und zwar Wirkleistung, Blindleistung, Netzspannung und Walzmotordrehzahl wurden mit schreibenden Geräten auf der 6-kV-Seite der Stromrichter-Umspanner gemessen. Hierbei wurden die Leistungen beider Stromrichter-Einheiten zusammen erfaßt. Der Vorschub aller schreiben-

auf. Der Grund hierfür ist in dem Steuermann zu suchen, der das Walzgut beim Stich 1 bei 45, beim Stich 2 bei 25 und beim Stich 3 bei 5 Umdr. des Walzmotors gefaßt hat. Wie man aus dem Bild ersieht, ist der $\cos \varphi$ um so schlechter und die Blindleistung um so höher, je niedriger die Drehzahl des Walzmotors liegt, bei welcher der Laststoß auftritt. Außerdem wird die Blindleistung um so größer, je höher der Strom der Gleichrichteranlage oder das Drehmoment des Walzmotors wird.

Die Auswertung des Meßstreifens ist in *Zahlentafel 2* zusammengefaßt worden. Die angegebenen Werte beziehen sich auf den Augenblick, in dem die Blindlastspitze auftritt.

Die zur Messung der Wirk- und Blindlast benutzten Meßgeräte zeigen die Verschiebung zwischen den Grundwellen von Netzstrom und Netzspannung an, wie sie in der letzten Spalte der *Zahlentafel 2* angegeben

Zahlentafel 2.

Energieaufnahme während des Auswalzens

| Stich Nr. | Spannung V | Strom | Scheinleistung kVA | Blindlast BkW | Wirklast kW | cos φ |
|-----------|------------|-------|--------------------|---------------|-------------|---------------|
| 1 | 5720 | 460 | 4560 | 3380 | 2690 | 0,624 |
| 2 | 5720 | 516 | 5120 | 3940 | 2710 | 0,568 |
| 3 | 5700 | 565 | 5600 | 4520 | 2820 | 0,529 |
| 4 | 5760 | 376 | 3760 | 3160 | 1510 | 0,430 |
| 5 | 5780 | 290 | 2910 | 2560 | 960 | 0,356 |

ist. Dieser Verschiebungsfaktor ist auch die maßgebende Größe, wie sie für etwaige cos- φ -Tarife zur Berechnung kommt. Würde man aus Wirk- und Scheinleistung die Leistungsfaktoren bei der Blindlastspitze für die Stiche 1 bis 5 berechnen, so erhielte man außer dem obengenannten Verschiebungsfaktor noch den Einfluß der Verzerrung der Ströme. Deshalb werden diese Werte schlechter. Sie sind also nicht mit den in der *Zahlentafel* angegebenen Leistungsfaktoren zu verwechseln.

Nach Abklingen der Blindlastspitze erreicht der Leistungsfaktor bei mehr oder weniger voll ausgesteuerter Spannung gegen Ende der Stiche 1 bis 5 folgende Höchstwerte:

0,84—0,87—0,86—0,82—0,83.

Diese Werte wurden ebenfalls aus der Wirk- und Blindleistung errechnet. Die höchsten Werte des Leistungsfaktors fallen naturgemäß mit der höchsten Drehzahl des Walzmotors, d. h. mit der größten Spannung des Gleichrichters zusammen. Der mittlere Leistungsfaktor, gemessen über die Stichfolge 1 bis 5, Gesamtzeit 86 s, ermittelt aus planimetriertem Blindlastverbrauch und bezogener Wirkarbeit, liegt bei 0,446. Dieser Wert liegt verhältnismäßig niedrig, weil der Umkehrbetrieb nicht zügig durchgeführt wurde und außerdem bei kleiner Belastung erfolgte.

Bei einer Stromrichteranlage mit nur einem Umspanner und Umschaltung des Ankers für die Umkehrung der Drehrichtung und das Bremsen (der neueren Ausführungsform von Umkehrstromrichtern) würde sich für vorliegenden Fall ein besserer, mittlerer Leistungsfaktor ergeben, da die Magnetisierungs-Blindleistung des einen Umspanners wegfiele. Der mittlere Leistungsfaktor wird im übrigen je nach Art der Walzenstraße niedriger oder höher liegen. Eine Blockstraße wird wegen der kurzen Blöcke immer einen schlechteren Leistungsfaktor haben als eine Knüppel- oder Schienenstraße mit langen Stichzeiten bei hohen Drehzahlen.

Welche Möglichkeiten die Stromrichtersteuerung sonst bietet, geht aus der Betrachtung des Meßstreifens (*Bild 2*) hervor. Sie ist genau so anpassungsfähig wie eine Leonard-Steuerung und spricht sehr schnell an. Es sei noch auf die Bremsspitzen hingewiesen, die beim Herabregeln des Walzmotors entstehen und die in Form von Bremsleistung in das speisende Netz zurückgeliefert werden. Sofern die punktierte Wirkleistungslinie negativ wird und die Nulllinie überschreitet, handelt es sich in jedem Fall um Energierücklieferung. Gegen Ende der Stiche 4 und 5 hat der Steuermann mit der Herabregelung des Walzmotors so zeitig begonnen, daß die Bremsung in der Hauptsache von dem noch in der Walzenstraße befindlichen Walzgut übernommen worden ist. Besonders deutlich wird dies beim Stich 4, wo der Steuermann kurz vor Ende des Stiches im Abwärtsregeln eine kleine Pause eintreten läßt. Die Folge hiervon ist ein sofortiger Anstieg der Wirkleistung, dem

sich unmittelbar ein Absinken der Wirkleistung beim Austreten des Walzstabes aus dem Gerüst anschließt.

Leider ist bei der Dreiwalzen-Grobstraße, auf der naturgemäß in der Regel nur im Trio gewalzt wird, beim gelegentlichen Umkehr-Walzbetrieb und einstichigen Fahren aus walztechnischen Gründen keine volle Ausnutzung der Walzmotorleistung möglich.

Um die Spannungsverhältnisse bei einer größeren Walzenstraße mit stärkerer Belastung nachprüfen zu können, sollen die Wirkleistungen, Blindleistungen und Spannungsabfälle des vorstehend geschilderten Belastungsfalles der 750er Grobstraße mit 100-mt-Antrieb rechnerisch ermittelt werden.

Als Unterlage für die Berechnung der Wirkleistung dienten die von J. Puppe²⁾ angegebenen Werte; sie wurden insoweit für die Berechnung benutzt, als die Blockquerschnitte und Verlängerungen mit denen für die 750er Grobstraße übereinstimmen. Es ergibt sich dann eine Walzarbeitskurve, wie sie in *Bild 3* dargestellt ist. Auf der Abszissenachse sind die Verlängerungen oder Streckungen in logarithmischem Maßstab aufgetragen, weil bei diesem Maßstab die ideale Walzarbeitskurve bekanntlich eine gerade Linie wird und bei diesem Maßstab ein besseres Ablesen möglich ist. Diese Walzarbeitskurve enthält die elektrischen Verluste, ebenso die mechanischen. Sie enthält jedoch nicht die Beschleunigungsarbeit. Diese ist jeweils vom Steuermann abhängig. Es wurde im vorliegenden Fall aus den drei verschiedenen Blockfolgen zu je fünf

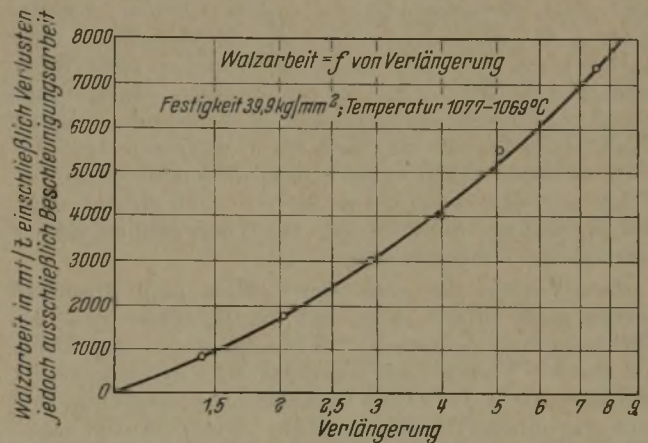


Bild 3. Walzarbeit und Verlängerung nach Puppe.

Stichen ermittelt, daß der Walzmotor im Mittel mit 35 U/s beschleunigt worden ist. Hieraus ergibt sich bei einem GD^2 von 150 tm^2 für den Anker des Walzmotors ein Beschleunigungsmoment je Stich von 14 mt ($Md = \frac{GD^2 \cdot n}{375 \cdot t}$).

Legt man jeweils an die Kurve des Drehzahlverlaufes eine Linie in Richtung der Hauptbeschleunigung (*Bild 2*), so ist ersichtlich, daß die Wirklastspitze etwa dann auftritt, wenn die Drehzahl diese Tangente verläßt, das ist der Augenblick, in dem der steile, gerade Anstieg der Drehzahl in einen flachen Verlauf übergeht. Diese Feststellung gilt nicht immer, sie gilt aber dann, wenn bis kurz vor Erreichen der Höchstdrehzahl stark beschleunigt wird. Die Auswertung der drei Blockfolgen, also wieder der 15 Stiche, ergab im vorliegenden Fall, daß diese Drehzahl im Mittel bei etwa 64 U/min liegt, also 20 % unter der Grunddrehzahl von 80 U/min.

Diese Bestimmungsart der Wirklastspitze und der zugehörigen Drehzahl ist rein empirisch abgeleitet. Die gute Übereinstimmung dieser Rechnungsart mit der Praxis wurde jedoch auch an anderen Beispielen erprobt.

²⁾ Versuche zur Ermittlung des Kraftbedarfs an Walzwerken. Düsseldorf 1909. S. 173, Zahlentafel 62.

Es liegt auf der Hand, daß die Leistung bei Beschleunigung der Walzenstraße zunächst steil ansteigt und eine Spitze entsteht, die in der Nähe der Grunddrehzahl liegen wird, da über diese Drehzahl hinaus im Magnetfeld des Motors geregelt werden muß und die größere magnetische Trägheit desselben gegenüber dem Anker im allgemeinen einen wesentlich langsameren

Zahlentafel 3. Drehmomente und Leistungen

| Stich Nr. | Ges.-Walzarbeit mt | Walzarbeit /Stich mt | Drehmoment mt | Beschl.-Moment mt | Summe d. Drehmom. mt | kW |
|-----------|--------------------|----------------------|---------------|-------------------|----------------------|------|
| 1 | 455 | 455 | 22,7 | 14 | 36,7 | 2400 |
| 2 | 1390 | 935 | 31 | 14 | 45 | 2950 |
| 3 | 3060 | 1670 | 30,8 | 14 | 44,8 | 2930 |
| 4 | 4250 | 1190 | 18,2 | 14 | 32,2 | 2120 |
| 5 | 5250 | 1000 | 12 | 14 | 36 | 1700 |

Drehzahlanstieg erzwingt. Auf Grund vorstehender Ausführungen ergeben sich die in Zahlentafel 3 wiedergegebenen Drehmomente und Leistungen.

Die Werte der gesamten Walzarbeit wurden aus der Walzarbeitskurve nach J. Puppe abgegriffen, das Drehmoment ergibt sich, wenn die Walzarbeit / Stich mit dem Radius der Arbeitswalze vervielfacht und durch die Länge des Walzgutes in Meter geteilt wird. Die Leistung errechnet sich nach der bekannten Leistungsformel $N = \frac{Md \cdot n}{974}$ in kW, wobei n mit 64 U/min eingesetzt wird. Da der Kraftbedarf beim Walzen außerdem von Größen beeinflusst wird, die in der Rechnung schwerlich Berücksichtigung finden können, genannt seien z. B. die Temperatur, die Werkstoffgüte, die Kaliberform, ist auch nicht zu erwarten, daß Rechnung und Messung genau übereinstimmen. Nimmt man jedoch das Mittel der gemessenen Werte aus den drei Blockfolgen für die Stiche 1 bis 5, so liegen diese bei 2670 — 3018 — 3120 — 1807 und 1750 kW. Ein Vergleich mit den errechneten Werten nach Bild 3 zeigt, daß Rechnung und Messung für vorliegenden Zweck hinreichend übereinstimmen.

Der Verlauf der gemessenen Wirk- und Blindlastkurven nach Bild 2 zeigt, daß die Blindlastspitze der Wirklastspitze vorausseilt. Wenn man also die Blindlast aus der Wirklast mit Hilfe des $\cos \varphi$ errechnen will, darf man nicht die ganze Wirklastspitze einsetzen, sondern nur einen Anteil derselben. Dieser Anteil ergab sich bei der Auswertung der Meßergebnisse zu etwa 90 %. Als Verschiebungsfaktor wurde ein solcher von 0,5 zugrunde gelegt, ebenfalls ein Wert, der etwa dem Mittel der Messungen der Stiche 1 bis 5 entspricht (Zahlentafel 2).

Diese Werte, und zwar $\cos \varphi = 0,5$ und die Annahme, daß die Blindlastspitze bei 90 % der Wirklastspitze auftritt, gelten im Mittel und können im einzelnen Fall über- oder unterschritten werden. Das Netzbild (Bild 4) in Form eines Einstrichschemas ent-

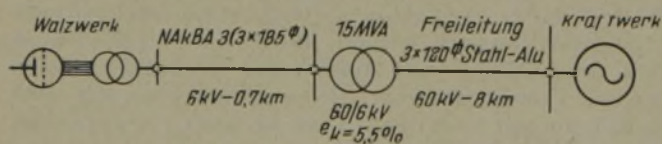


Bild 4. Netzbild.

hält auch die für die Errechnung der Spannungsabfälle wesentlichen elektrischen Größen. Hiernach ergeben sich die Wirk- und Blindwiderstände für die 60-kV-Freileitung, für den 15-MVA-Umspanner und für die 0,7 km lange Erdkabelverbindung, sämtliche Widerstände auf 6 kV bezogen zu $R_w = 0,075 \text{ Ohm/Phase}$, $R_b = 0,19 \text{ Ohm/Phase}$. Diese beiden Widerstände verhalten sich also wie etwa 1 : 2,5.

Aus diesen Widerständen errechnet sich der Spannungsabfall unter Einsetzung der Wirk- und Blind-

ströme mit höchstens 2,8 % und mindestens 1,6 %, und zwar bezogen auf 6,3 kV Sammelschienenspannung. Diese Werte stimmen mit der Messung gut überein.

Wie erinnerlich, wurden beim Walzversuch auf der 750er Grobstraße beim Stich 3 ein Spannungsverlust von 2,9 % und beim Stich 5 mit der niedrigsten Belastung ein solcher von 1,35 % gemessen.

Nachdem Rechnung und Messung genügend übereinstimmen, soll nunmehr der Belastungsfall einer schweren Walzenstraße, und zwar der eines 360-mt-Antriebes für ein Grobblech-Vierwalzengerüst untersucht werden. Die technischen Daten des Walzwerkes werden wie folgt angenommen:

- Walzenlänge 3200 mm
- Arbeitswalzendurchmesser . . . 850 mm
- Stützwalzendurchmesser . . . 1350 mm
- Drehzahl 0—40/80 U/min
- Brammengewicht 6,5 t
- Brammenabmessung 1350×400×1600 mm.

Die Bramme soll auf ein Grobblech von 3000 mm Breite, 30 mm Dicke und 9,2 m Länge ausgewalzt werden. Die Festigkeit des Stahles wird mit etwa 38 kg/mm² angenommen. Die Errechnung der Walzarbeit erfolgte auch hier nach den Messungen von J. Puppe³⁾. Während jedoch bei der Dreiwalzen-Grobstraße die Meßwerte des Fertigerüstes der Umkehrstraße II benutzt wurden, werden bei der Rechnung für das Vierwalzengerüst die Meßergebnisse des Blockgerüstes der Umkehrstraße II nach der Walzarbeitskurve (Bild 5) zugrunde gelegt. Ein Vergleich der beiden Kurven in Bild 3 und Bild 5 zeigt, daß die Walzarbeiten je t Blockgewicht,

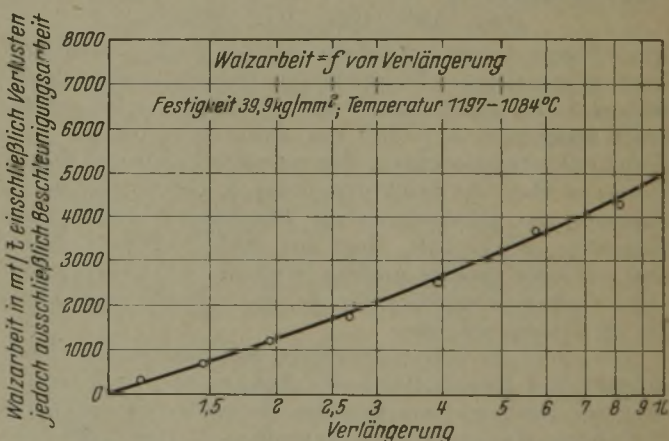


Bild 5. Walzarbeit und Verlängerung nach Puppe.

bezogen auf dieselbe Verlängerung, im letzten Fall niedriger liegen als bei der Dreiwalzen-Grobstrecke.

Die Rechnung für den 360-mt-Antrieb ist sinngemäß so durchgeführt worden, wie oben bei der Dreiwalzen-Grobstraße angegeben. Als GD² für den Walzmotor in Ausführung als Doppelankermotor wurde ein solches von 500 tm² angenommen, so daß das Beschleunigungsmoment bei 35 U/s rd. 46 mt beträgt. Bei der Errechnung der nach Zahlentafel 4 in der letzten Spalte ange-

Zahlentafel 4. Stichplan mit Drehmomenten und Leistungen

| Stich Nr. | Abmessungen mm | Querschnitt cm ² | Abnahme % | Länge m | Verlängerung | Ges.-Walzarbeit mt | Walzarbeit je Stich mt | Drehmoment mt | Beschl.-Moment mt | Verlängerung % | kW |
|-----------|----------------|-----------------------------|-----------|---------|--------------|--------------------|------------------------|---------------|-------------------|----------------|-------|
| 1 | 1350×368 | 4960 | 8 | 1,7 | 1,09 | 1100 | 1100 | 274 | 46 | 320 | 10500 |
| 2 | 1340×330 | 4430 | 11 | 1,91 | 1,225 | 2360 | 1260 | 280 | 46 | 326 | 10700 |
| 3 | 1340×294 | 3940 | 11 | 2,15 | 1,38 | 3620 | 1260 | 250 | 46 | 296 | 9800 |

gebenen Leistungen sind 32 U/min zugrunde gelegt worden (also wieder 80 % der Grunddrehzahl vom Walzmotor).

³⁾ a. a. O., S. 172/73.

Die Zahlentafel enthält nur die ersten drei Stiche des Programms, da die nachfolgenden in den Belastungen und damit dem Spannungsabfall keine großen Abweichungen ergeben. Bei der Planung der Grobblechstrecke wird angenommen, daß das gesamte Werk eine Leistung von etwa 30 MVA benötigt, zu deren Uebertragung vom Umspannwerk fünf Kabel, davon eines zur Reserve, mit einem Querschnitt von $3 \times 240 \text{ mm}^2$ für 20 kV Uebertragungsspannung vorgesehen sind. Die übrigen für die Errechnung der Spannungsabfälle wesentlichen Werte zeigt Bild 6. Hiernach ergibt sich für den gesamten Netzteil vom Kraftwerk bis zum Walzwerk auf 20 kV Spannung bezogen ein Wirkwiderstand $R_w = 0,60 \text{ Ohm/Phase}$ und ein Blindwiderstand R_b von $2,20 \text{ Ohm/Phase}$. Der Wirkwiderstand verhält sich zum Blindwiderstand in diesem Fall wie 1 zu 3,7. Der Blindwiderstand ist infolge der höheren Kurzschlußspannung des 30-MVA-Versorgungs-Umspanners angestiegen und wird daher die Spannungsabfälle ungünstig beeinflussen. Der zuerst beschriebene Walzversuch ist mit einem älteren Stationsumspanner durchgeführt worden, der noch eine niedrige Kurzschlußspannung hat. Neuzeitliche Umspanner legt man aus Gründen ihrer Kurzschlußfestigkeit und auch um die Kurzschlußströme des versorgten Netzes herabzusetzen, mit höheren Kurzschlußspannungen aus. Die Spannungsabfälle ergeben sich dann für

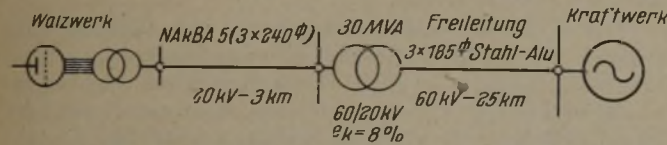


Bild 6. Netzbild.

die ersten drei Stiche zu 10,6, 10,9 und 9,8 %. Sie sind errechnet worden unter der Annahme, daß an der 20-kV-Sammelschiene eine Spannung von 21 000 V jeweils vor Auftreten der Belastungsstöße vorhanden ist.

Die Rückwirkung auf die 20-kV-Netzspannung ist, wie die Rechnung ergibt, schon erheblich und für den Betrieb von Industrieanlagen kaum noch erträglich, wenn man berücksichtigt, daß die Spannung dauernd in Takte der Umkehrungen, also in sehr kurzen Zeitabständen hin- und herschwankt. Der Anschluß der öffentlichen Versorgung und besonders der Anschluß von Beleuchtungsanlagen an die 20-kV-Schiene des Umspannwerkes ist bei solchen Spannungsverhältnissen nicht mehr durchführbar. Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, ist der Betrieb von stromrichter-gesteuerten, schweren Umkehrstraßen mit einem großen Blindstrombedarf verbunden, der bei den der Untersuchung zugrunde gelegten Netzverhältnissen zu unzulässigen Spannungsabfällen führen kann. Dies legt den Gedanken nahe, bei solchen Netzen keine Stromrichter zu verwenden, aber auch nicht den bisher üblichen Schwungradumformer, sondern einen Leonard-Umformer ohne Schwungmassen⁴⁾. Welche Verhältnisse sich dabei ergeben und ob es lohnend ist, die normalen Schwungmassen eines solchen Umformers zum Belastungsausgleich heranzuziehen, wird nachstehend untersucht.

Die Anordnung der Maschinen, deren Leistungen und Drehzahlen und die übrigen technischen Daten gehen aus Bild 7 hervor. Das Bild zeigt die für Blockstraßen übliche Anordnung der Steuermaschinen, nur mit dem Unterschied, daß das sonst verwendete Schwungrad in Fortfall gekommen ist. Aus Reserve- und Sicherheitsgründen ist sowohl bei den Steuermaschinen als auch beim Walzmotor selbst eine Zweiteilung der Maschinen vorgenommen worden. Untersucht werden ebenfalls nur die Stiche 1 bis 3 nach Zahlentafel 4.

Die Rechnung ist nach dem von L. A. U m a n s k y⁵⁾ angegebenen Verfahren durchgeführt worden. Der Schlupf der Steuermotoren wurde mit 10 % bei Vollast eingesetzt, das Schwungmoment des Umformersatzes mit 100 mt^2 . An Hand des genannten Rechenverfahrens kann das Drehmoment oder die Leistung zu

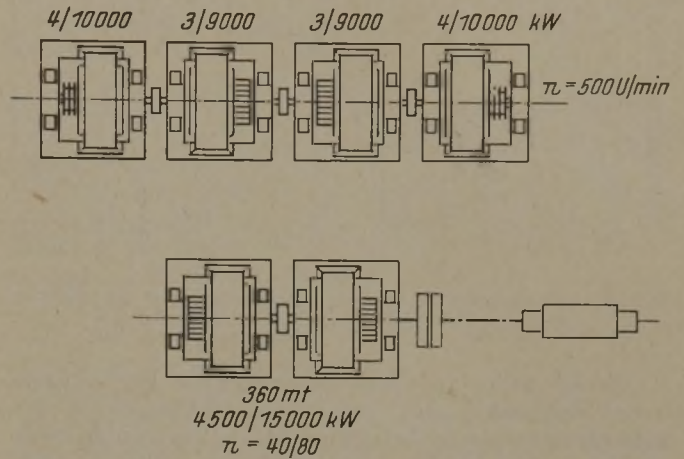


Bild 7. Schema eines Leonard-Antriebes.

jedem Zeitpunkt bestimmt werden, wenn der Belastungszustand der Steuermotoren zu Beginn der Walzung bekannt ist. Das Rechenverfahren gestattet so eine Trennung des von den Steuermotoren oder den Schwungmassen abgegebenen Drehmomentes bzw. der Leistung und gilt für alle Antriebsmaschinen, die eine Belastungscharakteristik eines Drehstrommotors mit festem Schlupfwiderstand haben. Das Ergebnis der Rechnung für die ersten drei Stiche zeigt Zahlentafel 5.

Zahlentafel 5. Elektrische Verhältnisse

| Stich Nr. | Walz-motor kW | Stich-zeit s | Steuer-motoren kW ¹⁾ | Pausenzeit s | Steuer-motoren kW ²⁾ | Strom Steuer-motoren A ¹⁾ | cos φ ¹⁾ | Span-nungs-abfall V ¹⁾ | Span-nungs-abfall % ¹⁾ |
|-----------|------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|--|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 10 500 | 1,5 | 9 100 | 4 | 260 | 300 | 0,9 | 620 | 3 |
| 2 | 10 700 | 1,53 | 9 400 | 4 | 270 | 310 | 0,9 | 650 | 3,1 |
| 3 | 9 800 | 1,56 | 8 700 | 4 | 255 | 285 | 0,9 | 600 | 2,9 |

¹⁾ bei Stichende. — ²⁾ bei Pausenende

Der für die Steuermotoren angegebene Strom bezieht sich auf die 20-kV-Seite, gilt für beide Steuermotoren zusammen und berücksichtigt bereits die erhöhten Verluste, die durch die Abspann-Transformatoren 20/6 kV entstehen. Der Einfluß des besseren Leistungsfaktors wird deutlich an dem geringen Spannungsabfall, der beinahe nur ein Drittel so groß ist wie beim Stromrichterbetrieb und sonst gleichen Belastungsverhältnissen.

Die Dämpfung, die die normale Schwungmasse des Drehstrom-Gleichstrom-Umformers bringt, ist verhältnismäßig gering. Wie Bild 8 zeigt, beträgt die Belastung der Steuermotoren am Ende des 2. Stiches 9400 kW, während der Walzmotor (gestrichelte Linie) nur wenig mehr Leistung erfordert, nämlich 10 700 kW. Diese geringe Dämpfung muß mit hohen Schlupfverlusten der Steuermotoren erkauft werden, da diese in ihrer Drehzahl beim Belastungsstoß infolge der kleinen Schwungmassen sehr stark abfallen. Die Schlupfverluste erhöhen in entsprechender Weise den kWh-Verbrauch je t Walzgut. Es ergibt sich also, daß der Schlupfbetrieb eines Leonard-Umformers infolge der geringen Dämpfungsmöglichkeit nicht lohnend ist. Man wird daher hierauf verzichten und die Steuermotoren des Umformers mit starrer Drehzahl betreiben, d. h., elektrisch gesprochen, mit kurzgeschlossenen Läufern. Hierbei gehen die Belastungsstöße, ähnlich dem Strom-

⁴⁾ Vgl. Punga, F.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1377/82 (Masch.-Aussch. 64).

⁵⁾ Iron Steel Engr. 1 (1924) S. 515/32.

richterbetrieb, fast dämpfungslos in das speisende Netz. Erzeugen jedoch keine so hohen Spannungsabfälle, weil der Leonard-Umformer, wie gezeigt worden ist, mit geringeren Blindströmen auskommt.

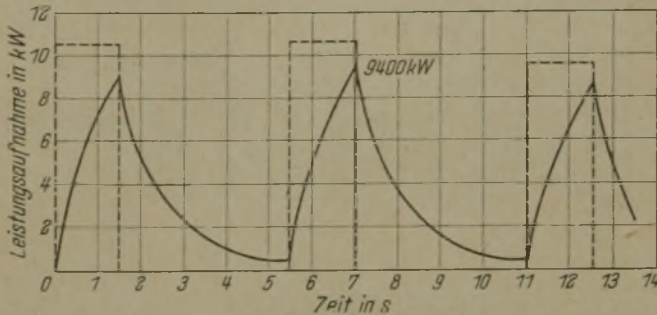


Bild 8. Leistungsaufnahme der Steuermotoren bei Betrieb der Grobblechstraße mit Leonard-Umformer.

Es ist nicht der Sinn vorstehender Rechnungen, unter Zugrundelegung eines Leonard-Umformers den gittergesteuerten Stromrichterantrieb aus den Betrachtungen auszuschließen, weil er wegen seines schlechteren Leistungsfaktors höhere Spannungsabfälle erzeugt. Es gibt nämlich Mittel, die Spannungsabfälle zu verringern, so daß auch für schwere Straßenantriebe Stromrichter durchaus in Frage kommen. Es sollte lediglich festgestellt werden, daß es möglich ist, bei schweren Umkehrstraßen mit schwungradlosen Umformern zu arbeiten, da die öffentlichen Kraftwerke meistens in der Lage sind, die auftretenden Wirklaststöße zu übernehmen. Voraussetzung für den schwungradlosen Betrieb überhaupt ist selbstverständlich genügende Kraftwerksleistung und genügende Antriebsleistung der Umformermotoren, damit die Stöße, die bis dahin das Schwungrad gedämpft hat, aufgenommen werden können. Der schwungradlose Betrieb mit Leonard-Umformern wird die Wirtschaftlichkeit von Umkehrstraßen, da die Leerlaufverluste der Schwunräder und auch die Schlupfverluste fast völlig fortfallen, nicht unwesentlich verbessern.

Zusammenfassung

Wie die Untersuchung zeigt, entstehen bei stromrichter-gesteuerten Walzenstraßen hohe und steile Blindlastspitzen, die hohe Spannungsabfälle hervorrufen. Deshalb muß eine eingehende Untersuchung der vorhandenen Netzverhältnisse vorgenommen werden, bevor man an die Erstellung einer solchen Walzenstraße herangeht. Diese Schwierigkeiten verlieren natürlich um so mehr an Bedeutung, je kleiner die zu betreibende Straße ist. Bei der beschriebenen Anlage für 100 mt zeigten sich schon brauchbare Spannungsabfälle. Es bestehen aber immerhin auch bei schwereren Antrieben Möglichkeiten zur Milderung der Spannungsabfälle, auf die nachstehend kurz eingegangen werden soll.

Bei schweren Walzenstraßen wird man, wenn irgend möglich, die Stromrichteranlage unmittelbar an die hohe Spannung von 60 kV anschließen, wodurch man ein so starkes Primärnetz zur Verfügung hat, daß unzulässige Spannungsabfälle nicht entstehen. In Fällen, wo solche Möglichkeiten nicht bestehen, könnte man die Stromrichteranlage über einen eigenen Umspanner im Umspannwerk versorgen oder statt der Einfach-Freileitung und des einen 30-MVA-Umspanners (siehe Bild 6) eine Doppelleitung und zwei Umspanner zur Versorgung des Walzwerkes heranziehen. In letztem Fall tritt nur ein Bruchteil des errechneten Spannungsabfalles an der 20-kV-Sammelschiene des Umspannwerkes auf. Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Spannungsverhältnisse beschränken sich jedoch nicht allein auf die speisenden Primäranlagen. Dem Elektrotechniker sind auch andere Mittel an Hand gegeben, die Blindstromspitzen abzubauen. Bekanntlich entnehmen z. B. Kondensatoren im Gegensatz zu Motoren oder anderen mit Magnetwicklungen behafteten Stromverbrauchern keinen nacheilenden Strom aus dem Netz, sondern liefern voreilenden Strom in das Netz zurück. Schaltet man solche Kondensatoren in geeigneter Weise den Umspannern der Stromrichter parallel, so werden die nacheilenden Blindströme an Ort und Stelle kompensiert und damit die unangenehmen Wirkungen in der Zuleitung beseitigt.

Die in vorstehenden Abschnitten angeführten Maßnahmen zur Verbesserung der Spannungshaltung beim Stromrichterbetrieb von Umkehrstraßen bedeuten, wenn nicht das Netz bereits den Anforderungen, die auseinandergesetzt wurden, genügt, zusätzliche Kosten. Diese zusätzlichen Kosten mindern natürlich die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Stromrichters. Um dem Stromrichterantrieb freieres Feld zu schaffen, müssen die Bestrebungen der Elektrofirmen dahin gehen, den Blindleistungsbedarf durch entsprechende Maßnahmen im Stromrichter selbst herabzusetzen. Die Blindleistung der Stromrichter wird praktisch nur durch die Gittersteuerung verursacht, und zwar ist die Verzögerung des Stromeinsatzes durch die zeitweise Sperrung über die Gitter gleichbedeutend mit der Nacheilung des Primärstromes gegen die Netzspannung und damit ein Maß für den erreichten $\cos \varphi$. Die Verringerung dieser Blindleistung gelingt also nur durch eine Änderung des Steuerverfahrens. An der Weiterentwicklung der Stromrichter in dem angedeuteten Sinne wird gearbeitet. Sobald der Blindleistungsbedarf der Stromrichter verbessert worden ist, wird ihre Anwendung auch bei schwierigeren Netzverhältnissen möglich sein. Ferner wird die dauernd anwachsende Kraftwerksleistung, der immer weitergehende Verbundbetrieb zwischen öffentlichen Kraftwerken untereinander und mit den Industriekraftwerken, weiter die zunehmende Vermaschung der Leitungsnetze etwa noch heute bestehende Schwierigkeiten beseitigen und den Weg auch für schwerste stromrichtergesteuerte Umkehrstraßen frei machen.

Untersuchung verschiedener Brennerbauarten

Von Karl-Otto Borchers

[Mitteilung Nr. 322 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Ergebnisse früherer Versuche. Einteilung der verschiedenen Brenner. Der Flachbrenner der „Wärmestelle Düsseldorf“. Temperaturmessungen bei früheren Brennerversuchen. Zweck der neuen Versuche. Versuchsofen und Versuchsdurchführung. Versuche bei leerem und belegtem Ofen. Leistung verschiedener Brenner.)

Die Wahl des für einen bestimmten Wärmvorgang am besten geeigneten Brenners bildete seit jeher für den Erbauer gasbeheizter Industrieöfen und auch für den Betriebsmann eine Aufgabe, von deren nicht ein-

facher Lösung nicht nur die Bauart des Ofens, sondern auch die Einhaltung der Wärmvorschrift und der Temperaturgenauigkeit erheblich beeinflußt werden. Einerseits trachtete man daher schon vor Jahren danach, sowohl durch praktische Untersuchungen Kenntnisse über den Verbrennungsvorgang in technischen Gasfeuerungen zu erlangen, als auch durch Modellversuche und theoretische Ueberlegungen Klarheit über das Wesen

*) Vorgetragen auf der 156. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 16. Februar 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., z. Z. Pöschneck Postschließfach 146, zu beziehen.

der Verbrennung zu bekommen. Andererseits wurde von den Ofenbauern eine große Zahl verschiedener Brennerbauarten auf den Markt gebracht. Häufig wird zwar die besondere Eignung irgendeiner Brennerausführung für ganz bestimmte Verwendungszwecke hervorgehoben, meist wird man jedoch feststellen, daß Ofen, die für ganz unterschiedliche Wärmvorgänge gebaut wurden, ein und denselben Brenner haben, da sie zufällig von demselben Lieferer stammen. Die infolge der Wahl ungeeigneter Brenner bei der Beheizung der Ofen oft auftretenden Schwierigkeiten ließen mehrere Untersuchungen der bei einem großen Werk gebräuchlichsten Brennerbauarten als lohnend erscheinen, zumal da in der letzten Zeit durch eine Reihe wissenschaftlicher Arbeiten das Wesen der Verbrennung weiter geklärt werden konnte. Besonders wichtig erschienen hier derartige Versuche deshalb, weil für die Wärmebehandlung der an Legierungsbestandteilen armen Stähle eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung im Ofen und eine möglichst genaue Einhaltung der Behandlungstemperatur gefordert werden muß.

Ohne an dieser Stelle auf die verschiedenen älteren Untersuchungsarbeiten näher einzugehen, sei hier folgende Zusammenfassung gegeben:

R. Pistor¹⁾ fand 1931 bei der Untersuchung von fünf verschiedenen Brennern den starken Einfluß der Durchmischung von Gas und Luft auf die Ausbildung der Flamme und faßte seine Versuchsergebnisse dahingehend zusammen: „Die Durchmischung von Gas und Luft und die Menge der zugeführten Luft (Luftüberschuß) ist ausschlaggebend für die Flammenlänge. Je inniger die Mischung und je höher in üblichen Grenzen der Luftüberschuß, desto kürzer wird die Flamme.“ Im Jahre 1937 wurde durch die eingehenden Versuche der Wärmestelle Düsseldorf²⁾ der Einfluß des Mischvorganges auf die Verbrennung weitgehend geklärt, wobei folgende Untersuchungsergebnisse besonders wichtig erscheinen: „Entscheidend für den Raum- und Zeitbedarf der Verbrennung ist unter den Größenverhältnissen der Feuerungen der Praxis bei üblichen Ausführungen der Brenner die Geschwindigkeit der mechanischen Mischung. Ueberall dort, wo Gas und Luft gemischt sind, verbrennen auch beide miteinander, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die für die Feuerungspraxis als unendlich groß angesehen werden kann. Je größer die Verschiedenheit der Geschwindigkeit von nebeneinander aus einem Brenner austretenden Gas- und Luftstrahlen ist, desto weniger Raum und Zeit erfordert die Verbrennung. Je kleiner die Austrittsgeschwindigkeit von Gas und Luft aus einem Brenner ist, um so größer wird der Raum- und Zeitbedarf der Verbrennung, weil weniger Energie zur Durchwirbelung zur Verfügung steht. Luftüberschuß verkürzt die Verbrennung des Gases nach Raum und Zeit während des gesamten Verbrennungsvorganges.“

H. Schwiedeßen³⁾ unterzog 1939 die bekanntesten auf dem Markt befindlichen Brenner einer Kritik und kam zu dem Ergebnis, daß sie sich ohne Schwierigkeiten in vier Hauptgruppen unterteilen lassen:

1. Axial-Tangentialstrombrenner, bei denen das Gas axial und die Luft tangential in ein Mischgehäuse einströmen, wie beispielsweise beim Kugelbrenner (vgl. Bild 5). Die Hauptmerkmale dieser Bauart sind sehr schnelle Mischung von Gas und Luft auf dem Wege vom Gehäuse bis zum Brennermund und

ziemlich hohe Druckverluste infolge der starken Wirbelung.

2. Parallelstrombrenner, bei denen Gas und Luft parallel zueinander strömen und erst am Brennermund aufeinander treffen. Die Austrittsöffnung kann kreisförmig oder rechteckig sein. Kennzeichnend für diese Bauart ist der geringe Druckverlust und die Rückschlagsicherheit, die auch einen großen Regelbereich gewährleistet.

3. Wirbelstrahlbrenner, bei denen Gas und Luft axial strömen und durch schraubenförmig gewundene Leitbleche in eine stark kreisende Bewegung gebracht werden. Da sich Gas und Luft erst beim Austritt aus dem Brennermund treffen, ist der Brenner rückschlagsicher und damit weitgehend regelbar. Die Mischgeschwindigkeit und der Druckverlust sind infolge der starken Durchwirbelung sehr hoch.

4. Luftansaugbrenner, bei denen das Gas aus einer Düse mit hoher Geschwindigkeit in den Ofen strömt und sich die Verbrennungsluft durch Injektorwirkung aus der Umgebung ansaugt. Diese Bauart ist bei dem betreffenden Werk kaum noch üblich, da bei ihr das erforderliche Gas-Luft-Verhältnis nur in einem eng begrenzten Leistungsbereich eingehalten werden kann.

Schwiedeßen³⁾ führt ferner eine Reihe von Sonderbauarten an, von denen der Brenner mit Innen- und Außenluft besondere Beachtung verdient (siehe Bild 6). Dieser Brenner stellt eine Vereinigung des Axial-Tangentialstrombrenners mit dem Parallelstrombrenner dar. Die Flammenlänge läßt sich je nach der Verteilung der Luft auf den inneren und äußeren Kanal verändern. Man erzielt durch Innenluft eine kurze, durch Außenluft eine lange Flamme.

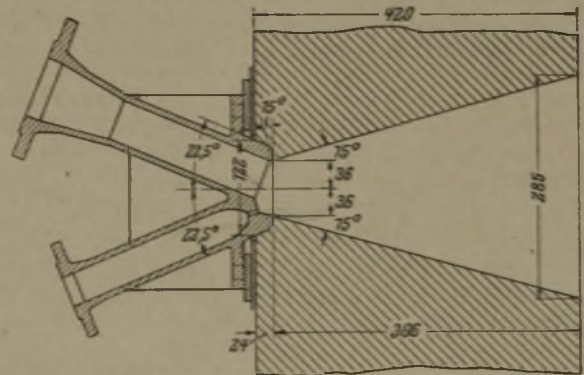


Bild 1. Flachbrenner mit Brennerstein.

Betrachtet man die verschiedenen Brenner nicht nach ihrer Bauart, sondern nach ihrer Wirkung, so läßt sich eine weitere einfache Unterteilung in zwei Gruppen vornehmen, und zwar in kurzflammige, schnell mischende Brenner mit hohem Druckverlust und langflammige, langsam mischende Brenner mit niedrigem Druckverlust.

Auf Grund eingehender Untersuchungen über den Einfluß der Mischung bei der Verbrennung von Gas und Luft entwickelte die Wärmestelle Düsseldorf einen Flachbrenner (Bild 1), an dem die wichtigsten Untersuchungsergebnisse über den Mischungsvorgang verwirklicht wurden⁴⁾.

Bei den bisherigen Brenneruntersuchungen der Wärmestelle Düsseldorf wurde nur selten gemessen, welche Temperaturverteilung mit den verschiedenen Brennerarten in einem Ofen erzeugt werden kann. Gerade die Beantwortung dieser Frage ist aber für den Betriebsmann und auch für den Ofenbauer besonders

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 565/77 (Wärmestelle 151).

²⁾ Rummel, K.: Der Einfluß des Mischvorganges auf die Verbrennung von Gas und Luft in Feuerungen. Düsseldorf 1937. S. a. Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 505/10, 541/48; 11 (1937/38) S. 19/30, 67/80, 113/23, 163/81, 215/24 (Wärmestelle 242 bis 248).

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 283/92 (Wärmestelle 277).

⁴⁾ Schwiedeßen, H.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 164/66.

wichtig, denn für den Praktiker wird es schließlich gleichgültig sein, ob in einem Brenner Gas und Luft mehr oder weniger schnell gemischt werden, wenn nur die verlangte Temperatur des Wärmgutes mit der erforderlichen Gleichmäßigkeit erreicht werden kann. R. Pistor¹⁾ allerdings zeigte schon an verschiedenen Temperaturmessungen, daß bei einem schnell mischenden Brenner kurz nach dem Austritt der Flamme aus dem Brennermund ein Temperaturhöchstwert erzeugt wird und daß von dort an die Temperatur nach dem

eine Tatsache, die auch schon R. Pistor fand¹⁾. Vergleicht man die Ergebnisse der Temperaturmessung mit dem für denselben Versuch angegebenen Mischungs- und Verbrennungsbild (Bild 3), so erkennt man auch aus diesem Versuch, daß an der Stelle der stärksten Mischung auch die höchste Temperatur auftritt.

Diese Versuchsergebnisse decken sich durchaus mit den vielen Ueberlegungen, die zu der Bildung des „pyrometrischen Wirkungsgrades“ oder des „Temperaturverhältnisses“, d. h. des Verhältnisses der wirklich erreichten Flammentemperatur zur theoretischen Verbrennungstemperatur, führten³⁾. Eine Flamme strahlt sofort bei ihrem Entstehen Wärme an die Umgebung ab. Je weniger Wärme bei der Flammenentwicklung abgestrahlt wird, desto heißer wird die Flamme und desto höher steigt das Temperaturverhältnis. Da für die Höhe der Abstrahlung die zur Verfügung stehende Zeit und die Größe des Verbrennungsraumes maßgebend sind, so wird man sich der theoretischen Verbrennungstemperatur um so mehr nähern, je schneller die Verbrennung beendet ist. Eine kurzflämmige Verbrennung wird daher eine hohe Temperatur und eine langflämmige eine niedrige Temperatur erzeugen. Sorgt man dafür, daß die Abgase in beiden Fällen mit gleich niedriger Temperatur den Ofenraum verlassen, so wird durch die verschiedenartige Verbrennung am Wärmehaushalt des Ofens nichts geändert.

Die Frage nun, welche Brennerausführung für einen bestimmten Wärmvorgang erwünscht ist, kann man auf Grund dieser Erkenntnisse wie folgt beantworten: In allen Fällen, in denen in möglichst kurzer Zeit eine möglichst hohe Ofen- und Wärmguttemperatur erreicht werden soll, beispielsweise bei vielen Schmiedöfen, wird ein schnell mischender Brenner, der einen ausgeprägten Temperaturhöchstwert erzeugt, am Platze sein. In den Fällen jedoch, in denen das Wärmgut verhältnismäßig langsam auf eine mäßige Temperatur gebracht werden

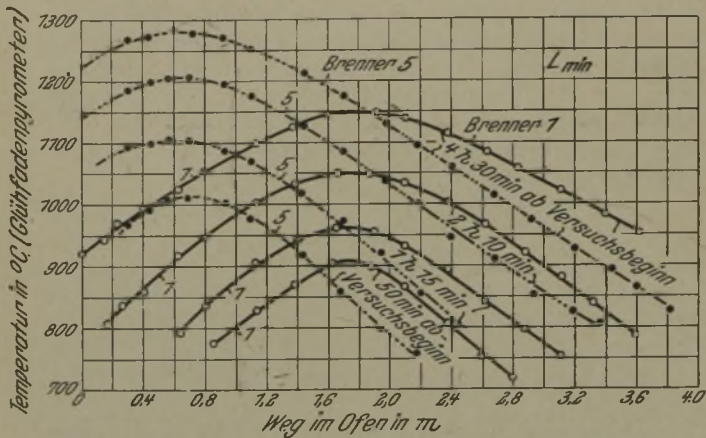


Bild 2. Ofenwandtemperatur (nach R. Pistor).

Ofenende hin abfällt, während bei einem langsam mischenden Brenner der Temperaturhöchstwert mehr zur Ofenmitte verlagert wird. Der in Bild 2 angeführte Brenner 1 war ein Parallelstrombrenner mit nebeneinander liegendem Gas- und Luftrohr, Brenner 5 ein Axial-Tangentialstrombrenner mit starker Durchwirbelung von Gas und Luft. Bemerkenswert ist ferner das Ergebnis einer der Temperaturmessungen der Wärmestelle Düsseldorf, die den Zweck hatten, den Einfluß

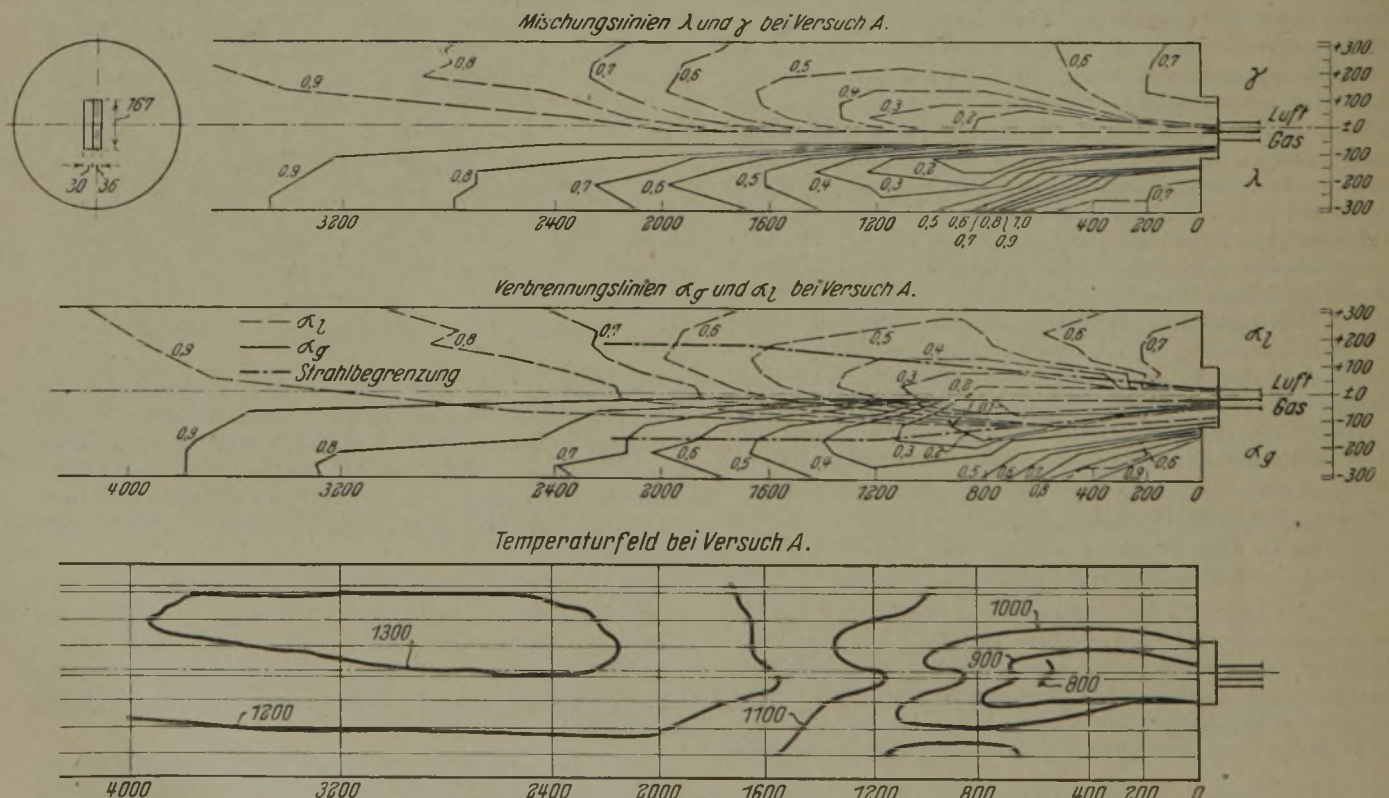


Bild 3. Mischung, Verbrennung und Temperaturverlauf (nach K. Rummel).

der Temperatur des Verbrennungsraumes auf den Ablauf der Verbrennung zu klären²⁾. Wie sich bei diesen Messungen ergab, verläuft die Verbrennung bei hoher Temperatur nicht schneller als bei niedriger, sondern sie richtet sich nur nach der Mischungsgeschwindigkeit,

und eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung über die ganze Oberfläche des Wärmgutes hin erzielt werden soll, also z. B. bei Glüh- und Vergütevorgängen.

¹⁾ Bansen, H.: Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 247.

wird ein Brenner mit langsamer Durchmischung vorzuziehen sein, bei dem ein Temperaturhöchstwert möglichst überhaupt nicht auftritt, um stellenweise Ueberhitzungen des Wärmegutes zu vermeiden. Bewußt oder unbewußt sind in einer ganzen Reihe Betriebe die Brenner auch in diesem Sinne verwendet worden. So haben beispielsweise viele Glüh- und Zementieröfen Brenner mit Innen- und Außenluft³⁾, die durchweg mit Außenluft, also langsamer Mischung, betrieben werden, während die meisten Schmiedeöfen mit schnellmischenden Brennern verschiedener Bauart arbeiten. Die Feststellung der Wärmestelle Düsseldorf⁴⁾, daß ein großer Neigungswinkel der Gas- und Luftströme, große Austrittsgeschwindigkeiten und Strahlen mit großer Breite und geringer Höhe gefordert werden müssen, um eine schnelle Mischung von Gas und Luft zu erzeugen, läßt sich umkehren, wenn diese Eigenschaft eines Brenners unerwünscht ist, dagegen langsame Verbrennung gefordert wird. Gerade bei Koksofengas mit seiner theoretischen Verbrennungstemperatur, die bei über 2000° liegt, bereitet die Erzielung einer niedrigen, gleichmäßig über den Ofenraum verteilten Arbeitstemperatur besondere Schwierigkeiten und zwingt oft zu besonderen baulichen Maßnahmen, wie z. B. zur Anordnung von Vorverbrennungskammern oder Feuerbrücken, um den vom Brenner erzeugten Temperaturhöchstwert abzufangen.

Der Vorteil des Flachbrenners dürfte dadurch begründet sein, daß sich durch das Auftreffen der Gas- und Luftströme mit gleicher kinetischer Energie die Durchmischung erst im Verlauf des Durchströmens durch den Ofenraum vollziehen kann, daß sich dadurch also eine über die ganze Ofenlänge gleichmäßig verteilte Verbrennung mit ebenso gleichmäßig verteilter Wärmeabgabe ausbilden würde. Da sich weiterhin durch die Wahl des Neigungswinkels die Flammenlänge beeinflussen läßt, scheint diese Brennerbauart für Wärmvorgänge mit niedriger Arbeitstemperatur besonders geeignet zu sein.

Auf Grund dieser Gedankengänge sollte durch Brenneruntersuchungen geklärt werden, welcher Temperaturverlauf sich in einem Ofen bei der Benutzung verschiedener Brennerarten mit verschiedener Belastung einstellt, also für welchen Verwendungszweck sich einige Brenner besonders eignen.

Es war geplant, an dem für diese Versuche gebauten Ofen nicht nur die eigentlichen Brenneruntersuchungen vorzunehmen, sondern auch Wärmespeichervorgänge im Mauerwerk — nach Möglichkeit bei verschiedenen Wandzustellungen — zu untersuchen. Ferner wurde eine möglichst einfache Uebertragbarkeit aller Versuchsergebnisse auf die Betriebsverhältnisse angestrebt. Die Größe des Ofenraumes wurde dadurch begrenzt, daß jeweils nur ein Brenner von betriebsüblicher Leistung untersucht werden sollte. So ergab sich der in Bild 4 dargestellte Versuchsofen von 2580 mm Länge, 800 mm Breite und 800 mm Höhe. Die Zustellung des Ofens und der Ofentür besteht aus einer 240 mm starken Schamotteschicht, die mit Hartbrandsteinen von 185 mm Stärke hinterlegt ist. Der Ofen ist also allseitig gleichwärmedicht gebaut. Der jeweils zu untersuchende Brenner wurde in der Tür angeordnet, die sich mit einer Katze vollständig abheben läßt, so daß Einbau oder Ausbau eines Brenners mit dem dazugehörigen Brennerstein leicht durchführbar ist. Der Abzug befindet sich am Ofenende in der Decke. Zur Vermeidung von Fehlerquellen bei der Temperaturmessung und von Störungen des Wärmefflusses im Mauerwerk wurde dafür gesorgt, daß die Ofenwände möglichst dicht und ohne Unterbrechungen durch Meß- oder Schaulöcher gemauert wurden. Außerdem wurde der

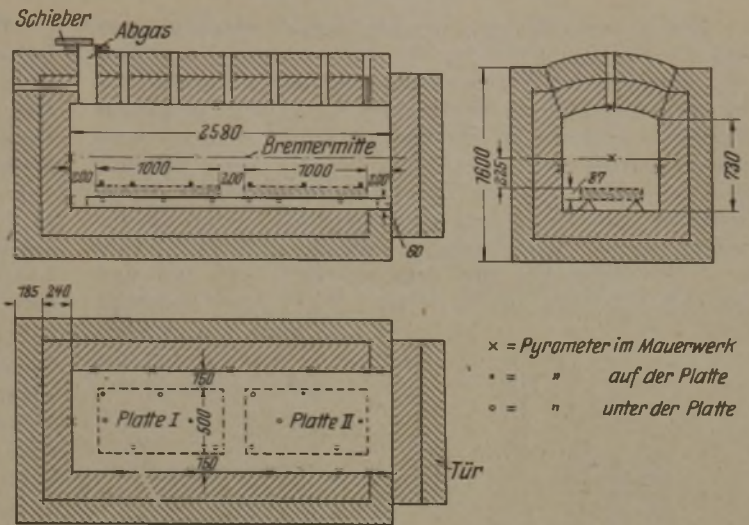


Bild 4. Versuchsofen mit Einsatz.

Ofen vollständig mit Blech verkleidet, um das Durchdringen von Rauchgas durch die Wände bei Ueberdruck im Ofen zu vermeiden. Lediglich im Ofengewölbe wurden sechs Meßlöcher angeordnet, um die Entnahme von Rauchgasproben und die Beobachtung der Flammenlänge zu ermöglichen. Außerdem befindet sich am Ofenende ein Meßloch zur Ermittlung der Rauchgaszusammensetzung und zur Temperaturmessung im Abzug. Während der Versuche wurden die Meßlöcher, soweit sie nicht benutzt wurden, mit Steinstopfen zugesetzt und mit Lehm verschmiert. Ebenfalls wurde die Tür dicht verschmiert. Zur Bestimmung der Temperaturverteilung im Ofen wurden die beiden Seitenwände in Höhe der Brennerachse mit insgesamt zwölf Nickel-Nickelchrom-Thermoelementen versehen. Die Elementdrähte wurden in kleine, in die Schamottesteine eingearbeitete Nuten eingelegt, dann rechtwinklig abgeboten und durch das Mauerwerk nach außen geführt. Da bei dieser Anordnung etwa 60 mm jedes Thermoelementschenkels in einer Zone gleicher Temperatur liegen, wird eine Wärmeableitung von der Lötstelle nach außen und damit eine Mindermessung vermieden. Bei den Versuchen wurde also die wahre Ofenwandtemperatur ermittelt und nicht etwa ein Mittelwert zwischen Flammen- und Wandtemperatur, wie es bei einem in den Ofenraum selbst eingebrachten Pyrometer der Fall gewesen wäre.

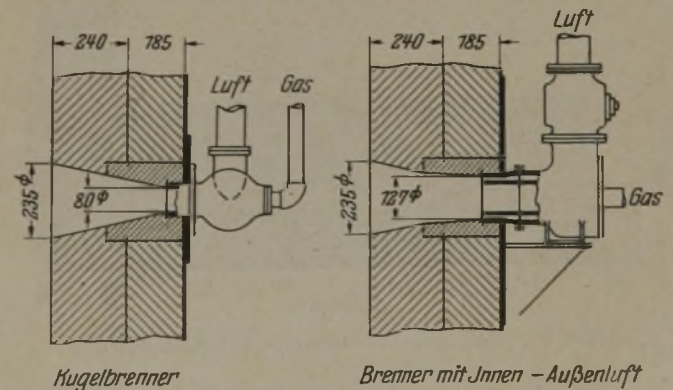


Bild 5. Versuchsofenbrenner.

Untersucht wurden:

1. Ein Axial-Tangentialstrombrenner, Kugelbrenner (Bild 5).
2. Ein Brenner der genannten Sonderbauart (Bild 6)
 - a) bei Betrieb mit Innenluft.
 - b) bei Betrieb mit Außenluft.
3. Ein Flachbrenner (Bild 1).

Die Untersuchungen wurden derart vorgenommen, daß die Brenner bei jedem Versuch mit einer bestimmten, gleichbleibenden Gasmenge betrieben wurden, wobei sich der Ofen zu Beginn des Aufheizens in kaltem Zustande befand. Um die Thermolemente zu schonen, wurde eine Wandtemperatur von 800° nach Möglichkeit nicht überschritten. Besonders genau wurde darauf geachtet, daß das eingestellte Gas-Luft-Verhältnis bei jedem Versuch gleichgehalten wurde und daß ferner bei allen Versuchen mit dem gleichen Verbrennungsgemisch gefahren wurde, damit bei gleicher Gasmenge

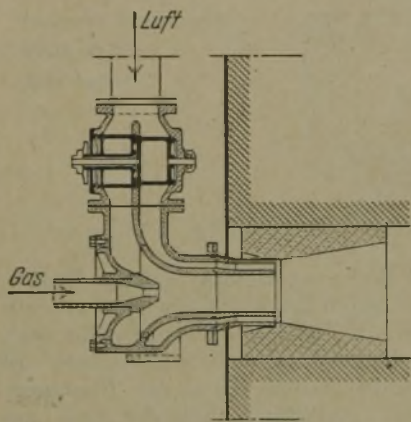


Bild 6. Brenner mit Innen- und Außenluft.

auch die gleiche Wärmezufuhr zum Ofen stattfand und so ein klarer Vergleich der Versuchsergebnisse miteinander möglich war. Es wurde stets neutrale Verbrennung mit dem für die Zusammensetzung des Koksofengases berechneten theoretischen Gas-Luft-Verhältnis 1 : 4,2 bis 4,3 eingestellt und außerdem mit einem Mono-Apparat die Gaszusammensetzung im Abzug überwacht. In den ersten Minuten nach dem Anzünden wurden außerdem in kürzesten Zeitabständen Abgasproben entnommen, um die Anzeigeverzögerung des Mono-Apparates zu überbrücken. Ferner wurde durch Verschieben eines Steines über dem Abzug für einen geringen Ueberdruck von etwa 0,75 mm WS im Ofen gesorgt, um das Eindringen von Falschluff zu vermeiden.

Es ergab sich meist schon in den ersten Minuten, also bei sehr niedrigen Temperaturen, ein vollständiger Ausbrand des Gases, womit die schon von R. Pistor¹⁾ und K. Rummel²⁾ festgestellte Tatsache bestätigt wurde, daß die Verbrennungsgeschwindigkeit nicht von der Temperatur, sondern nur vom Grad der Mischung beeinflusst wird. Weiterhin ergab sich, daß das einmal eingestellte Gas-Luft-Verhältnis während der ganzen Versuchszeit sich gleichhielt. Bild 7 gibt die Rauch-

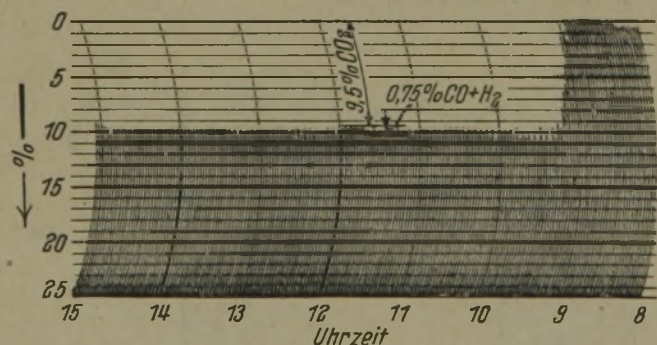


Bild 7. Abgasanalyse; Brenner mit Außenluft.

gasanalyse bei einem Versuch mit dem Brenner der Sonderbauart wieder; der Brenner wurde mit Außenluft und einer Gasmenge von rd. $20 \text{ Nm}^3/\text{h}$ betrieben. Wie aus dem Abgasschaubild hervorgeht, zeigten sich bei einem Kohlenstoffgehalt von etwa 9,5 %, der während der ganzen Versuchszeit gut eingehalten werden konnte, ab und zu geringe Mengen von Unverbranntem. Ein Zeichen dafür, daß gerade die Grenze der neutralen Verbrennung erreicht war. In derselben Weise verliefen mit gewissen Ausnahmen alle weiteren Untersuchungen.

Bei sämtlichen Versuchen wurde der Verlauf der Seitenwandtemperaturen aufgezeichnet. Hierbei zeigte sich, daß die Temperaturen der rechten und linken Ofenseite nicht genau übereinstimmten, was darauf zurückzuführen ist, daß es nicht gelingt, den Brennerstein, der ja die Richtung der Flamme im Ofen bestimmt, so genau einzubauen, daß die Flamme genau in der Richtung der Ofenachse verläuft. Große Unterschiede traten jedoch nicht auf, auch war jeweils die Charakteristik des Temperaturverlaufs an beiden Ofenseiten gleich.

Die Brenneruntersuchungen fanden zunächst bei leerem Ofen statt. Für alle Belastungen ergab sich bei scharfer Durchmischung eine Temperaturverteilung mit ausgeprägtem Höchstwert, bei langsamer Durchmischung ein mehr oder weniger gleichmäßiger Temperaturverlauf.

Bild 8 zeigt die Temperaturkurven bei einstündiger Heizzeit. Der Brenner mit Innenluft und der Kugelbrenner erzeugen in einem Abstand von 950 bzw. 780 mm vom Brennermund einen Temperaturhöchstwert, während beim Brenner mit Außenluft die Temperatur wesentlich flacher verläuft und der Höchstwert erst bei einer Entfernung von etwa 1080 mm vom Brennermund auftritt (Belastung $40 \text{ Nm}^3/\text{h}$). Bei der Temperaturkurve des Flachbrenners kann man dagegen von einem ausgeprägten Temperaturhöchstwert nicht sprechen. In dem Bereich zwischen 900 und 2600 mm Abstand vom Brennermund beträgt der Temperaturunterschied nur 30° .

Der bei allen Brennern auftretende, mehr oder weniger steile Temperaturanstieg in der Nähe der Tür braucht bei der Beurteilung des Temperaturverlaufes keine Berücksichtigung zu finden, da man annehmen kann, daß der Abstand zwischen dem Wärmgut und der Tür im allgemeinen nicht weniger als etwa 300 mm, entsprechend einer Entfernung von 600 mm vom Brennermund, betragen wird. Nimmt man als Kennzeichen für den von dem jeweiligen Brenner erzeugten Temperaturverlauf den Unterschied zwischen dem Temperaturhöchstwert und der Temperatur am Ofenende, so erhält man für den

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| Brenner mit Innenluft | 875 bis 425 = 450° |
| Kugelbrenner | 780 bis 540 = 240° |
| Brenner mit Außenluft | 700 bis 520 = 180° |
| Flachbrenner | 530 bis 450 = 80° |

Temperaturunterschied.

Diese Zahlen lassen naturgemäß nur eine überschlägliche Beurteilung der Temperaturverteilung zu, denn wie schon erwähnt, ist beim Flachbrenner der Temperaturverlauf über eine Länge von 1700 mm fast gleichmäßig, was bei allen anderen Brennern nicht der Fall ist. Auch verläuft der dem Höchstwert folgende Temperaturabfall bei den einzelnen Brennern stark unterschiedlich.

Die im Abzug mit einem Durchflußpyrometer gemessenen Abgastemperaturen, die die Höhe des Abgasverlustes bestimmen, sind in Bild 8 angegeben. Man erkennt aus diesen Zahlen folgendes: Bei dem am schnellsten mischenden Brenner, also beim Brenner mit Innenluft, bei dem, wie besprochen, auch der Ausbrand der Rauchgase sehr frühzeitig stattfindet, tritt folgerichtig auch die niedrigste Abgastemperatur auf. Der sehr langsam mischende Flachbrenner dagegen erzeugt eine sich über die ganze Ofenlänge erstreckende Verbrennung und dementsprechend hohe Abgastemperaturen. Beim Brenner mit Außenluft und beim Kugelbrenner liegen die Abgastemperaturen in gleicher Höhe. Es ging bei diesen beiden Versuchen also die gleiche Wärmemenge in die Ofenwände. Das läßt sich auch daraus erkennen, daß die von diesen beiden Brennern erzeugten Temperaturverteilungskurven die gleiche

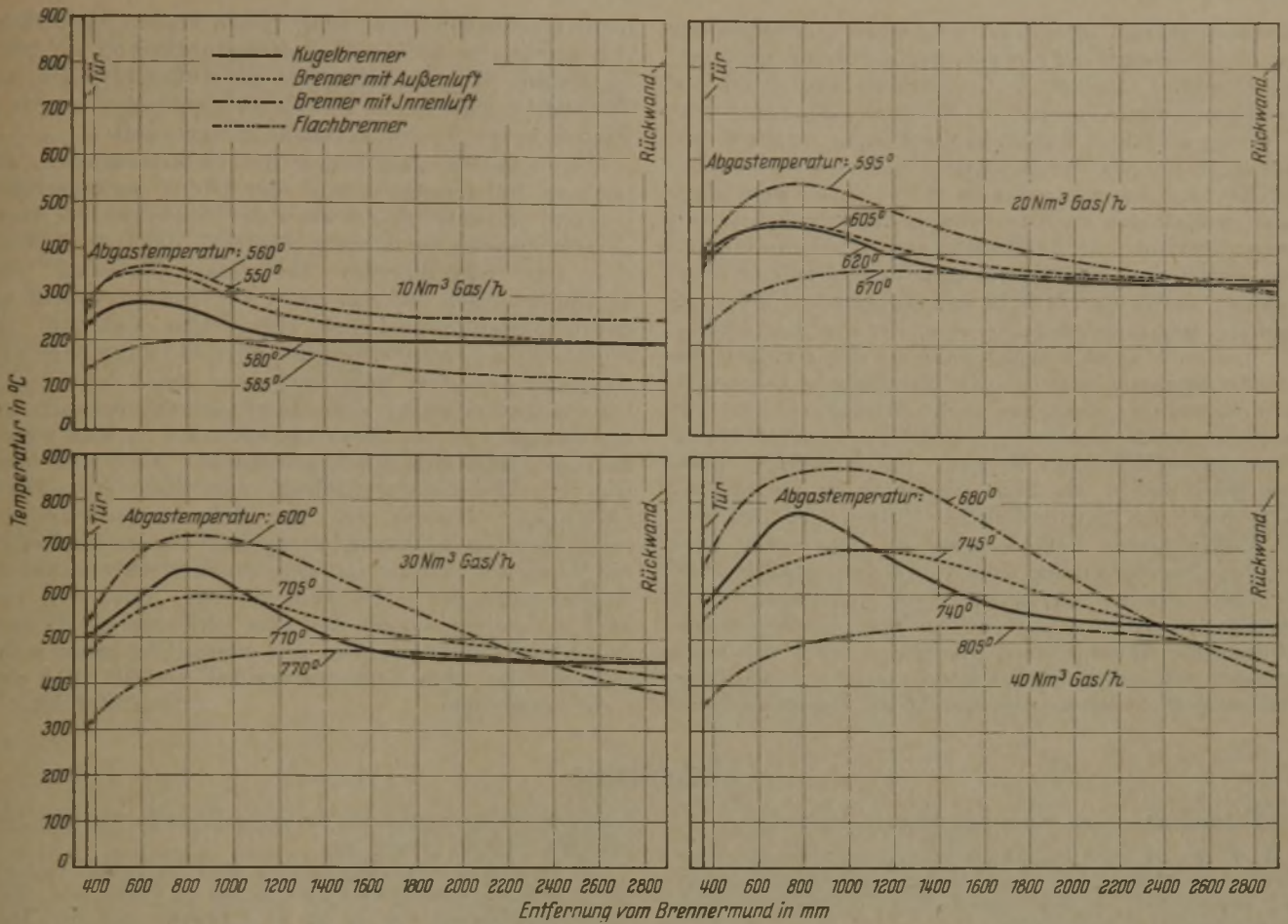


Bild 8. Ofenwandtemperaturen bei einstündiger Heizzeit.

Fläche umschließen, d. h. beide Brenner haben in der gleichen Zeit die gleiche mittlere Ofentemperatur erzeugt.

Bemerkenswert ist der vom Kugelbrenner erzeugte Temperaturverlauf. Die Temperaturkurve geht zunächst steil nach oben, fällt aber nach einer sehr kurzen Wegstrecke in verhältnismäßig spitzem Winkel wieder und verläuft im letzten Drittel des Ofens geradlinig weiter. Das schon erwähnte festgestellte Absetzen des außen wirkenden Strahles infolge Zentrifugalwirkung²⁾ wird also durch diese Temperaturverteilung bestätigt: Zuerst findet eine sehr rasche Durchmischung und Verbrennung mit stark ausgeprägtem Temperaturhöchstwert statt, dann verlangsamt sich die Verbrennung infolge des Zerflatterns des Strahles derart, daß an jeder Stelle des Ofens geringe Gasmengen verbrennen und eine gleichmäßige Temperaturverteilung erzeugt wird.

Geht man mit der Brennerbelastung zurück (Bild 8), so verflachen sich die Temperaturkurven infolge der geringen Geschwindigkeit und der weniger kräftigen Durchmischung von Gas und Luft allmählich, und ihre Höchstpunkte treten teilweise ein wenig in Richtung zum Brennermund zurück. Natürlich sinkt bei kleinerer Belastung, aber bei gleicher Heizzeit die Temperaturhöhe im allgemeinen, jedoch bleiben die grundsätzlichen Merkmale der Temperaturverteilung die gleichen. Der Vollständigkeit halber sei noch bemerkt, daß die besprochenen Temperaturkurven sich nicht etwa zufällig nach einstündiger Heizzeit einstellen, sondern daß die charakteristischen Merkmale der verschiedenen Brenner bei jeder Heizzeit klar zu erkennen sind.

Bei Belastungen unter 20 Nm³/h (die Grenze lag im allgemeinen etwa bei 15 Nm³/h) traten bei allen vier Brennern erhebliche Veränderungen in den Brenneigenschaften auf. Aus Bild 8 geht hervor, daß nun

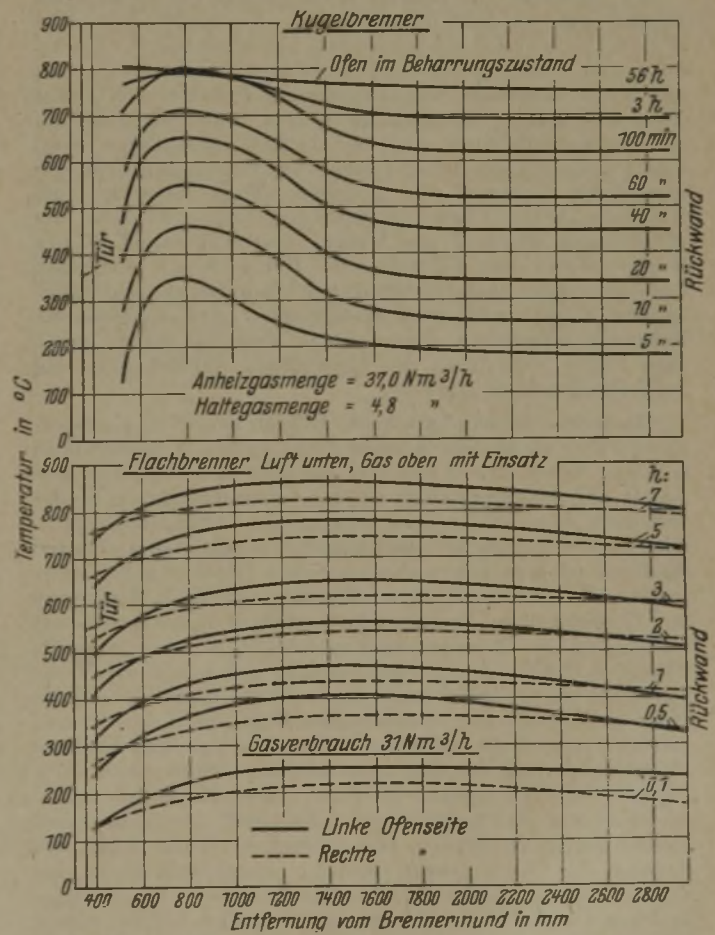


Bild 9. Ofentemperaturen zu verschiedenen Zeiten.

auch der Brenner mit Innenluft eine stark verzögerte Verbrennung erzeugt. Allerdings wurden Gas und Luft beim Durchströmen durch den Ofenraum noch so innig

durchmischt, daß alles Gas verbrannte und sich etwa von der Ofenmitte ab ein geradliniger Temperaturverlauf einstellte. Brennbare Bestandteile wurden in den Rauchgasen nicht gefunden. Beim Kugelbrenner trat bei dieser niedrigen Belastung die Flamme in die Kugel zurück, in der die Hauptmenge des Gases verbrannte. Der Rest verbrannte auf dem Wege durch den Ofenraum, so daß sich auch bei diesem Brenner schon von einem Abstand von 1200 mm vom Brennermund ab eine geradlinige Temperaturverteilung ergab. Unverbranntes wurde ebenfalls in den Rauchgasen nicht gefunden. Dagegen wurde bei dem Brenner mit Außenluft und auch beim Flachbrenner bei der geringen Beaufschlagung mit $10 \text{ Nm}^3/\text{h}$ die Mischung so träge, daß ein vollständiger Ausbrand nicht zu erzielen war. Die Rauchgase enthielten beim Austritt aus dem Ofenraum neben Sauerstoff beim Brenner mit Außenluft noch etwa $0,5\% \text{ CO} + \text{H}_2$, beim Flachbrenner bis zu 1% . Auch durch die Zufuhr höherer Luftmengen ließ sich das Unverbrannte nicht beseitigen. Erst nach einer gewissen Durchwärmung des Ofenraumes, etwa bei 400 oder 500° , stellte sich wieder eine vollständige Verbrennung ein, da die Gase infolge ihrer größeren Ausdehnung mit höherer Geschwindigkeit durch den Ofen strömten und sich daher stärker vermischten. Am langsamsten ging also erwartungsgemäß die Durchmischung

beim Flachbrenner vor sich. Nach einstündiger Heizzeit wurde eine höchste Wandtemperatur von nur 200° (gegenüber 350° beim Brenner mit Außenluft) erreicht. Wichtig ist jedoch, daß das Unverbrannte bei beiden Brennern nur in sehr geringen Mengen auftrat.

Nennenswert sind ferner die Untersuchungen, die bis zum Beharrungszustand des Ofens weitergeführt wurden. So zeigt *Bild 9* oben die Ergebnisse der Temperaturmessung bei einer Aufheizung des kalten Ofens mit dem Kugelbrenner bei einer Gasmenge von $37 \text{ Nm}^3/\text{h}$. Nach einer Heizzeit von 100 min wurde an der heißesten Stelle eine Temperatur von 800° erreicht. Der Temperaturabfall über die Ofenlänge war zu dieser Zeit noch sehr hoch, und zwar betrug der Unterschied zwischen dem Temperaturhöchstwert und der Temperatur am Ofenende noch 180° . Nun wurde die Gaszufuhr allmählich gedrosselt. Nach und nach trat ein Temperatúrausgleich im Ofen ein. Nach 56stündiger Heizzeit war der Beharrungszustand erreicht. Der Gasverbrauch betrug hierbei noch $4,8 \text{ Nm}^3/\text{h}$, ein Wert, der sich gut mit dem rechnerisch ermittelten Außenverlust der Ofenwände deckte. Immerhin war auch nach dieser langen Zeit eine vollkommene Temperaturgleichmäßigkeit über die ganze Ofenlänge nicht zu erreichen. Ein Temperaturabfall von 50° ließ sich nicht vermeiden. (Schluß folgt.)

Umschau

Fortschritte im Siemens-Martin-Verfahren

W. J. Reagan¹⁾ berichtete eingehend über die Fortschritte und Maßnahmen zur Leistungs- und Qualitätssteigerung insbesondere in den Siemens-Martin-Werken der Vereinigten Staaten von Amerika.

Das Roheisen und seine Herstellung sind von besonderem Einfluß auf die Betriebsergebnisse des Stahlwerkes. Die Hochofenleistung hat man gesteigert durch Anwendung von Wind mit äußerst niedrigem Feuchtigkeitsgehalt und durch steigenden Sinteranteil im Möller. Der sich daraus ergebende flottere Ofengang hat sich als sehr vorteilhaft auf den Siemens-Martin-Betrieb ausgewirkt. Besonderer Wert wurde auf niedrigen Siliziumgehalt des Roheisens gelegt, was man durch Einblasen von Sauerstoff auf die Oberfläche des Roheisens in der Pfanne erreichte; nachteilig ist dabei der gleichzeitige Abbrand von Mangan und Kohlenstoff. Einige Werke sollen durch Behandeln des Roheisens mit Gichtstaub und Walzunder gute Erfahrungen gemacht haben. Schließlich wird noch der Vorteil einer weitgehenden Entschwefelung des Roheisens besprochen. Irgendwelche Nachteile auf die Stahlgüte haben sich durch die Behandlung des Roheisens mit Sodaschlacke nicht ergeben.

Besondere Beachtung schenkt Reagan dem Bessemerverfahren, obwohl es nicht mehr die Rolle spielt wie in früheren Zeiten. Die Kriegslage hat aber wahrscheinlich den Anteil des Bessemerstahles an der Gesamterzeugung wieder gesteigert. Man schätzt sehr seine guten Verarbeitungseigenschaften, Schweißbarkeit und höhere Festigkeit. Als einzigen Nachteil hat man bisher den zu hohen Phosphorgehalt empfunden. Durch Zusatz eines Gemisches von Kalk, Eisenoxyd und Flußspat beim Ausleeren in die Pfanne (Girodverfahren) ist es gelungen, Phosphorabnahmen bis zu 65% zu erzielen; Phosphorgehalte von $0,147$ bis $0,192\%$ ließen sich auf Werte von $0,060$ bis $0,076\%$ herabdrücken. Diese Entphosphorungsschlacke, die aus 50 Gewichtsteilen Kalk, 30 Gewichtsteilen getrocknetem Walzunder und 20 Gewichtsteilen Flußspat entsteht, hat folgende Zusammensetzung: $48\% \text{ CaO}$, $28\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $7\% \text{ SiO}_2$ und $7\% \text{ Al}_2\text{O}_3$. Die Entphosphorungsschlacke und das Ferromangan gibt man beim Ausleeren gleichzeitig in die Pfanne. Die anfängliche Befürchtung, daß dadurch das Ferromangan weniger ausgenützt würde, hat sich als unbegründet erwiesen; im Gegenteil, das Mangan ausbringen war höher, wenn man die Schlacke mit einem Krätzer abzog. Durch noch größere Mengen an Entphosphorungsschlacke soll die Phosphorabnahme noch bedeutender sein. Der so behandelte Bessemerstahl zeigte ein gutes

Knüppelausbringen und war in vieler Hinsicht weicher Siemens-Martin-Stahl ebenbürtig.

Als besonders vorteilhaft hat sich die Photozelle bei der Schmelzungsüberwachung erwiesen. Bei einer Nachblasezeit von 15 bis 17 s bewegte sich der Ausschluß in Grenzen zwischen $0,25$ und 1% und stieg bei 20 s auf einen Höchstwert von $2,5\%$ an. Diese Werte erhielt man durch eine Versuchsreihe, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckte. Neben einer Güteverbesserung ergibt sich damit zwangsläufig eine Leistungssteigerung durch höheres Walzausbringen.

Beim Vergleich der mechanischen Eigenschaften zwischen Bessemer- und Siemens-Martin-Stahl mit gleichem Kohlenstoffgehalt weist Reagan auf die im Durchschnitt um $2,45 \text{ kg/mm}^2$ höhere Festigkeit des Bessemerstahles hin, was auf den höheren Phosphorgehalt zurückzuführen ist. Im großen und ganzen stellt er keine wesentlichen Unterschiede im mechanischen Verhalten von Stählen aus beiden Verfahren mit gleicher Zusammensetzung fest, Bessemerstahl soll sich sogar für Konstruktionszwecke als überlegen erwiesen haben.

Nichts Neues bringt der Verfasser bei Erörterung der Gießtemperaturen. Für unberuhigte Stähle hat man als besten Temperaturbereich 1560 bis 1580° und für beruhigten Stahl 1580 bis 1590° gefunden. Für Schraubenschäfte werden 1570 bis 1585° empfohlen. Aus Gründen der besten Bearbeitbarkeit werden Schraubenschäfte halbberuhigt hergestellt, und müssen daher mit einem Desoxydationsmittel behandelt werden, das in die Kokillen zugegeben wird. Der Wirkungsgrad des Desoxydationsmittels hängt von der Gießtemperatur ab. Wird die übliche Menge einem zu kalten Stahl zugegeben, lunkern die Blöcke schlecht, und es muß im Walzwerk mehr abgeschnitten werden. Bei zu heißen Schmelzen sind blasige Köpfe die Folge. Der Temperaturbereich für diese Zusätze ist also sehr eng begrenzt. Durch sorgfältige Temperaturüberwachung gelang es bei Stahl für Röhrenstreifen, 87% aller beruhigten Schmelzen in Grenzen zwischen 1575 und 1595° , und 87% aller Schraubenschmelzen zwischen 1565 und 1590° zu vergießen. Ähnliche Ergebnisse mit dem gleichen Ziel hat man auch in den Siemens-Martin-Werken erzielt.

Am Eingang der Erörterung über das Siemens-Martin-Verfahren steht die Rohstoffbeschaffung. Der Kalkstein bereitet keine Sorgen, da er in ausreichender Menge und großer Reinheit vorhanden ist. Im Bezirk Pittsburg gibt es Kalksteinvorkommen mit 97 bis $98\% \text{ CaCO}_3$ bei sehr geringem Kieselsäuregehalt. Wird Kalkstein anstatt gebranntem Kalk eingesetzt, so hat sich von besonderem Vorteil eine Stückgröße von rd. $100 \times 100 \text{ mm}^2$

¹⁾ Blast Furn. 30 (1942) S. 48/51, 71 u. 227/32.

herausgestellt. Gebrannter Kalk steht auch in mehreren Sorten zur Verfügung, jedoch ist die Frage der geeignetsten Stückgröße noch umstritten; mit einer Stückgröße entsprechend Walnußgröße hat man sehr gute Erfahrungen gemacht. Wird der gesamte Einsatzkalk in Form von gebranntem Kalk aufgegeben, wählt man zweckmäßig eine etwas größere Stückgröße. Auf die schädlichen Folgen für die Kammern bei zuviel Abrieb wird nochmals hingewiesen. Vom Bureau of Mines ist eine Zahlentafel zusammengestellt worden, aus der man die für den Schmelzgang nötigen Kalkmengen für Sorten mit verschieden hohem Kieselsäuregehalt ablesen kann.

Besonders wichtig ist nach wie vor das Roheisen. Eine eindeutige Antwort auf die Frage, welche Zusammensetzung für das Stahlwerk am günstigsten ist, konnte bis heute noch nicht gegeben werden. Neben dem Kohlenstoff ist das Silizium der wichtigste Eisenbegleiter. Beim Arbeiten ohne Silizium wäre die Frage gelöst, was aber nicht möglich ist, da das Silizium neben anderen Aufgaben eine sehr bedeutende Rolle im Wärmehaushalt des Siemens-Martin-Ofens spielt, was durch folgende Zahlentafel belegt wird:

| Durchschnittlicher Si-Gehalt des Mischereisens in % | Prozentsatz der matten Schmelzen |
|---|----------------------------------|
| 0,50 bis 0,60 | 56,0 |
| 0,60 bis 0,70 | 41,0 |
| 0,70 bis 0,80 | 36,0 |
| 0,80 bis 0,90 | 39,0 |
| 0,90 bis 1,00 | 29,0 |
| 1,00 bis 1,10 | 16,0 |

Der Einfluß eines höheren Siliziumgehaltes auf die Ueberhitzung des Bades liegt demnach klar auf der Hand. Durch neue Versuche wurde aber auch festgestellt, daß es möglich ist, warme Schmelzen zu bekommen bei niedrilsiliziertem Roheisen, wenn es sich um flüssigen Einsatz handelt. Bei festem Roheiseinsatz ist diese Frage noch umstritten und bedarf näherer Untersuchungen. Die Mangangehalte des Roheisens liegen zwischen 1 und 2,75 %. Durch höhere Mangangehalte hofft man etwas Ferromangan einsparen zu können. Ein Roheisen mit weniger als 0,2 % P bereitet keine Schwierigkeiten bei der Erzeugung. Der Schwefelgehalt des Roheisens ließ sich erst dann erfolgreich überwachen, seit man der Hochofenschlacke sein besonderes Augenmerk zuwandte. Nachstehende Zahlentafel zeigt an, in welchen genauen Grenzen sich der Silizium- und besonders der Schwefelgehalt des abgestochenen Roheisens halten ließ:

| Siliziumgehalt % | Prozentsatz aller Abstiche | Schwefelgehalt % | Prozentsatz aller Abstiche |
|------------------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| 0,60 bis 0,80 | 1,8 | 0,020 bis 0,030 | 57,4 |
| 0,81 bis 1,00 | 14,7 | 0,031 bis 0,040 | 38,5 |
| 1,01 bis 1,25 | 43,7 | 0,041 bis 0,050 | 3,6 |
| 1,20 bis 1,35 | 29,6 | 0,051 und | |
| 1,36 bis 1,50 | 10,2 | mehr | 0,5 |

Es ist demnach gelungen, bei 96 % der Gesamterzeugung ein Roheisen mit Schwefel bis zu 0,040 % herzustellen. In einem anderen Hochofenbetrieb gelang es sogar, 87 % der Gesamtroheisenerzeugung mit weniger als 0,03 % S herzustellen; in demselben Betrieb war es auch möglich, den geforderten Siliziumgehalt sehr genau einzuhalten.

Der Nachteil der äußerst knappen Roh-eisenvorräte ist der, daß die Stahlwerke gezwungen sind, alles anzunehmen, was roheisenähnlichen Charakter hat. Die Folge sind große Analysenschwankungen wie z. B. Phosphorgehalte von 0,090 bis 0,50 %, Silizium von 0,80 bis 1,70 % und Mangan von 0,60 bis 2,75 %.

Die größten Schwierigkeiten hat man in der Beschaffung der nötigen Schrottmengen. Man ist heute nicht mehr wählerisch und nimmt jeden Schrott, und sei er noch so minderwertig. Die Schrottknappheit hat einige Werke zur Aufstellung eines Bessemerkonverters veranlaßt, in dem ausschließlich synthetischer Schrott für das Stahlwerk hergestellt wird. Andere Werke erzeugen den Einsatz für den Lichtbogenofen im Siemens-Martin-Ofen, da dieser Schrott für andere Zwecke nicht geeignet ist. Der Vorteil dieses Duplexverfahrens ist die Einsparung an Ferrolegie-

rungen und eine Verkürzung der Schmelzungsdauer im Lichtbogenofen um 2 bis 4 h. Die Kosten des Duplizierens werden durch die Zeitverkürzung im Elektroofen zum größten Teil aufgehoben. Als großer Nachteil dieser Arbeitsweise ist die Chromvergeudung anzusehen, da der Chromgehalt der großen anfallenden Schrottmengen auf andere Weise nicht zurückgewonnen werden kann. Durch ein neues Verfahren, das allerdings vom Verfasser nicht näher beschrieben wird, sollen in Zukunft erhebliche Mengen an Chrom und Nickel zurückgewonnen werden. Die Lage bei Nickel ist so, daß für Schrott mit 2 % Ni ein Aufpreis von 8 \$ vergütet wird, wenn dieser zur Wiedergewinnung abgeliefert wird. Schwerer Schmelzschrott 1. Güte ist auch fast ganz vom Markt verschwunden, und was heute unter dieser Sorte verkauft wird, ist nur Schrott 2. Güte.

Besondere Beachtung verdienen die Ausführungen über die Erzeugung legierter Stähle. Den Anfang bildet eine kurze Schilderung der Herstellung von Blöcken größter Abmessungen. Es handelt sich um Blöcke von 227 t und darüber, die zu Panzerplatten für Schlachtschiffe ausgewalzt werden. Der Stahl für einen derartigen Block wird in zwei Siemens-Martin-Ofen erschmolzen. Die Kunst des Stahlwerkers besteht nun darin, daß der Stahl in beiden Ofen zu gleicher Zeit fertig wird unter Voraussetzung gleicher Temperatur und Endanalyse. Ist z. B. der verlangte Endkohlenstoffgehalt 0,27 %, dann darf in dem einen Ofen der Endgehalt 0,25 bis 0,26 % und in dem anderen 0,28 bis 0,25 % sein, wodurch in dem Block doch der verlangte Kohlenstoffgehalt von 0,27 % erzielt wird. Im Grunde bietet diese Arbeitsweise für uns aber nichts Neues.

Um das Ausbringen von Legierungszusätzen zu erhöhen, werden alle möglichen Versuche gemacht. Ein Werk hat gute Erfahrungen gemacht mit dem Zusatz des Ferrovanadins in den Ofen anstatt in die Pfanne bei Nickel-Chrom-Vanadin-Schmelzungen. Bei molybdänlegierten Stählen haben sich mit dieser Arbeitsweise ebenfalls gute Ergebnisse erzielen lassen. Als großer Fortschritt wird die weitgehende Normung der zahlreichen Stahlarten bewertet. So wurden in gemeinsamer Arbeit zwischen dem American Iron and Steel Institute und der Society of Automotive Engineers 94 Sorten von unlegierten und 75 Sorten von legierten Stählen als Norm aufgestellt, um den Stahlwerker in die Lage zu versetzen, Aufträge schneller und einfacher erledigen zu können, als es früher bei der Unzahl von Sorten der Fall war. Die S.A.E. selber hat außerdem ihre genormten Stähle von 109 auf 84 verringert und dabei das gleiche Ziel verfolgt. Sie hat ihre Stähle in „Stamm“- und Nebenarten eingeteilt. Von einer Seite werden legierte Stähle sehr empfohlen, um an Stahl zu sparen, da bei gleicher Beanspruchung Bauteile aus unlegiertem Stahl größere Querschnitte haben müssen.

Neuerdings wird auch der Kuppelofen zur Leistungssteigerung der Siemens-Martin-Werke mit herangezogen, besonders diejenigen mit bisher nur festem Roheiseinsatz. Auf einem Werk hat man für die Bessemeranlage zusätzlich Kuppelöfen errichtet, da die bisher vom Hochofen gelieferte Menge flüssigen Roheisens den Bedarf der Konverter nicht befriedigte.

Bei der feuerfesten Zustellung für Siemens-Martin-Ofen wird monolithisches Mauerwerk für die Ofentüren besonders empfohlen. Die Haltbarkeit soll um das Doppelte dadurch gestiegen sein. Die Ergebnisse bei den verschiedenen Werken schwanken jedoch stark. Es werden Haltbarkeiten von mehr als 250 Schmelzungen, aber auch solche von nur 50 Schmelzungen genannt. Am höchsten dürfte eine Haltbarkeit von 533 Schmelzungen sein; bei dem betreffenden Werk wurden auf die gleiche Weise die aufsteigenden Gas- oder Luftkanäle zugestellt mit dem Ergebnis einer Haltbarkeit von 328 Schmelzungen, die nach einmaliger Ausbesserung bis auf 628 stieg, was auf Betriebszeit umgerechnet 13 Monate und 21 Tage ausmachte. Ferner wird vorgeschlagen, an Stelle von kleinen Steinformaten größere zu benutzen, um an Zustellungszeit zu sparen und die vielen Fugen zu vermeiden.

Die Ansichten über eine Isolierung des Ofengewölbes sind ebenfalls umstritten. Die Brennstoffersparnis bei isolierten Gewölben machte bei ununterbrochenem Betrieb bis zu 10 % aus, in einem anderen Falle sogar 30 % bei allerdings stoßweisem Betrieb. Durch Anwendung der Isolierung sollen sich die teuren Rippengewölbe erübrigen. Auf jeden Fall erfordert das isolierte Gewölbe viel Sorgfalt und

eine einwandfreie Regelung der Brennstoffzufuhr. Das Bestreben, höchste Haltbarkeiten zu erzielen, steht sehr im Vordergrund. Bei Gewölben zielt man auf 400 bis 450 Schmelzungen hin.

An Hand einiger Zahlen wird gezeigt, wie durch vergrößerte Ofenfassung im Laufe von zehn Jahren der Brennstoffverbrauch gesunken ist:

Frühere Fassung 155 t, 16,2 t/h, Wärmeverbrauch $1,165 \cdot 10^6$ kcal/t Rohblöcke.

Heutige Fassung 185 t, 20,8 t/h, Wärmeverbrauch $1,04 \cdot 10^6$ kcal/t Rohblöcke.

Frühere Fassung 135 t, 16,8 t/h, Wärmeverbrauch $1,134 \cdot 10^6$ kcal/t Rohblöcke.

Heutige Fassung 190 t, 19,5 t/h, Wärmeverbrauch $0,832 \cdot 10^6$ kcal/t Rohblöcke.

Für einige Siemens-Martin-Ofen in den östlichen Bezirken nimmt man im Durchschnitt eine Fassung von 200 t an bei einer Stundenleistung von 24 t und einem Wärmebedarf von $0,843 \cdot 10^6$ kcal/t Rohblöcke.

Zur Leistungssteigerung werden auch alle anderen Möglichkeiten ausgeschöpft. Das Fassungsvermögen der Einsatzmulden wurde vergrößert, die Beschickkräne verstärkt, loser Schrott gebündelt oder gepreßt. Auf diese Weise hat ein Werk seine Monatserzeugung von 100 000 auf 125 000 t gesteigert. In Betrieben mit flüssigem Einsatz ist der Anteil von Duplexmetall bis auf 70 % gestiegen, wie überhaupt der flüssige Einsatz bei der Leistungssteigerung die größte Rolle zu spielen scheint. Beachtenswert ist die steigende Anwendung von selbsttätigen Ueberwachungsrichtungen für den Verbrennungsablauf des Gas-Luft-Gemisches. Beim Vergleich zwischen Ofen mit und ohne Regeleinrichtung ergab sich bei den ersten eine um 1,25 t/h höhere Leistung, wobei gleichzeitig der Wärmebedarf um 1 % sank. Das betreffende Werk heizt seine Ofen mit einem Brennstoffgemisch aus 60 % Naturgas und 40 % Heizöl und erzeugt weichen und niedriggekohlten Stahl. Ein weiterer Vorteil der vollautomatischen Ofen besteht in der fast doppelten Haltbarkeit der Kamern. Selbsttätige Druckregler sollen bei ölgefeuerten Siemens-Martin-Ofen bessere Ergebnisse als bei generatorgasgefeuerten Ofen aufweisen. Auf die wachsende Vervollkommnung von Regeleinrichtungen wird hingewiesen.

Sehr erfolgreich wird das Spektralgerät zur qualitativen Feststellung von unerwünschten Begleitelementen im Stahlbad benutzt, die häufig durch nicht einwandfreie Legierungen eingebracht werden. Die Anwesenheit von Mangan, Chrom, Vanadin, Molybdän, Zinn, Kupfer und Wolfram kann damit auch annähernd quantitativ festgestellt werden. Die Bestimmung wird mit dem elektrischen Lichtbogen ausgeführt. Eine Elektrode besteht aus reinem Eisen und die andere aus der zu untersuchenden Probe. Die Strahlung des Dampfes wird mit dem Spektroskop analysiert. Die Genauigkeit der quantitativen Bestimmung soll 20 % des wahren Gehaltes betragen. Besonders bei den zur Zeit großen anfallenden Mengen Automobilschrotts macht sich das Gerät sehr bezahlt; sein Vorteil liegt in der in wenigen Minuten durchführbaren Bestimmung.

Für die Schnellbestimmung des Kohlenstoffs wird eine neue Vorrichtung benutzt, die dem üblichen Karbometer durch ihre größere Genauigkeit überlegen ist. Sehr bedeutsam sind die Ausführungen über Manganersparnis. Zuerst wird der Vorschlag gemacht, den Mangan Gehalt sämtlicher Bandstähle um fünf Tausendstel zu senken, was einem Minderverbrauch von 2 bis 3 % des Gesamt-Manganverbrauches entspricht. Meist dient hochprozentiges Spiegeleisen als Ersatz für Ferromangan. Voraussetzung zu der Zugabe dieser recht erheblichen Spiegeleisenmengen in den Ofen ist eine hohe Temperatur des Bades. Ein vollkommener Ersatz des Ferromangans durch Spiegeleisen läßt sich nur bei Stählen mit über 0,16 % C durchführen, da bei weichen Sorten die Aufkohlung zu hoch ist. Bei Schmelzungen von 100 bis 125 t Gewicht beträgt der Spiegeleisenzusatz rd. 1800 bis 3000 kg, je nach Höhe des erforderlichen Mangan- und Kohlenstoffgehaltes. Große Spiegeleisenzusätze gibt man nicht auf einmal in den Ofen, sondern meistens in zwei Stufen. Je kürzer die Zeit des letzten Zusatzes bis zum Abstich ist, desto höher das Manganausbringen. Wird 10 bis 12 min nach dem Zusatz abgestochen, gewinnt man bis zu 70 % des Mangans wieder. Z. B. wurden einer Schmelzung mit 0,5 % C und 0,8 % Mn 3170 kg 20prozentiges Spiegel-

eisen zugesetzt, und zwar zuerst 905 kg und nach 5 min der Rest von 2265 kg. Abgestochen wurde 14 min nach dem letzten Zusatz. Das Manganausbringen betrug 64 %. Eine andere Schmelzung mit 0,6 bis 0,9 % Mn wurde 23 min nach einem Zusatz von 3600 kg 27prozentigem Spiegeleisen mit einem Manganausbringen von 54 % abgestochen. Bei Arbeiten mit Ferromangan soll eine Vordesoxydation mit Silizium das Manganausbringen um 6 bis 10 % steigern bei Stählen mit weniger als 0,4 % C. Bei höhergekohlten Stählen ist diese Wirkung des Siliziums kleiner, jedoch soll die Streuung der Analyse geringer sein. Wenn es möglich ist, gibt man den ganzen Ferromanganzusatz in die Pfanne, da man eine Ersparnis von rd. 5 % gefunden hat. Bei weichen Sorten ist dies dank der hohen Badtemperatur möglich. Es wird eine 120-t-Schmelzung erwähnt, die den ganzen Zusatz von 770 kg in die Pfanne bekam.

Bei Chromstählen ist man zu ähnlichen Ergebnissen gekommen. Bei Anwendung einer neuen Legierung hat man ein Chromausbringen bis zu 95 % bei Stählen mit 1 bis 6 % Cr erreicht. Da der Ferrochromzusatz in den Ofen wegfällt, braucht dieser nicht so heiß betrieben zu werden, was sich günstig auf die Haltbarkeit auswirkt. Auch hier hat sich eine Vordesoxydation mit Ferrosilizium günstig auf das Chromausbringen ausgewirkt.

Die Knappheit an höherprozentigem (10 oder 20 %) Hochofen-Ferrosilizium hat zur allgemeinen Verwendung des 10prozentigen Siliziums geführt. Man nimmt heute zur Desoxydation alles, was man bekommen kann. An der Spitze steht Umschmelzaluminium. Ein Beispiel wird für einen Stahl mit 0,35 % C und 1,50 % Mn angeführt. Der Ofen wird heiß gefahren wegen des großen Ferromanganzusatzes. Desoxydiert wird mit Silikomangan, 226 kg Spiegeleisen und 11,3 kg Aluminium im Ofen. Es handelt sich um eine 100-t-Schmelzung. Bei Stahl mit rd. 0,55 % C werden 453 kg 50prozentiges Ferrosilizium und 38 kg Al in die Pfanne zugegeben.

Kurz sind auch die Ausführungen über Temperaturmessung. Mit einem neu herausgebrachten Pyrometer soll man sehr gute Ergebnisse erzielt haben; die Abweichung von der wahren Temperatur soll nur 5 bis 8° betragen. Dieses Pyrometer ist so empfindlich, daß sogar damit der Temperaturunterschied des Bades an beiden Herdenden gemessen werden kann. Eine Umfrage bei 40 Stahlwerken ergab, daß 31 von ihnen die Temperatur vom Ofen bis zum Abstich und 34 vom Abstich bis zum Gießen mit diesem Pyrometer laufend verfolgen.

Großer Wert wird auf eine laufende Schlackenüberwachung gelegt; sie wirkt sich auf Güteverbesserung und Manganersparnis aus. Die Schlackenmenge soll so gering wie nur möglich sein. Besonders überwacht man das Kalk-Kieselsäure-Verhältnis. Bei anderen Werken richtet man sich mehr nach dem jeweiligen Eisengehalt der Schlacke, wobei es ohne Belang ist, ob dazu der Gesamteisengehalt, der Eisenoxydulgehalt oder $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dient. Mit der Schlackenüberwachung beginnt man schon beim Einschmelzen, besonders bei beruhigten und halbberuhigten Schmelzungen. Der Kalksteinsatz richtet sich nach dem Siliziumgehalt des flüssigen Roheiseneinsatzes; bei 0,80 bis 1,1 % Si werden 6 % Kalkstein als ausreichend angesehen. Eineinhalb Stunden nach Eingießen des Roheisens wird das Kalk-Kieselsäure-Verhältnis auf 1,3 gehalten zwecks Schonung der Vorwärmer; liegt das Verhältnis tiefer, wird Kalk zugesetzt; während der Kochzeit wird ein Verhältnis von 2,3 bis 2,5 angestrebt, um Rückphosphorung zu vermeiden. Bei halbberuhigten Stählen muß das Kalk-Kieselsäure-Verhältnis 2,4 sein und bei beruhigtem Stahl 2,5 bis 2,6. Von einem Werk wird allerdings berichtet, daß das höchste Kalk-Kieselsäure-Verhältnis bei unberuhigtem Stahl angestrebt wird; auf die Gründe wird nicht eingegangen. An der unteren Grenze des Kalksteinsatzes dürfte ein Werk liegen, welches bemüht ist, mit nicht mehr als 39,5 kg/t Einsatz auszukommen. Abschließend meint der Verfasser, daß es keine Kunst sei, Stahl mit hohem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis zu erschmelzen, daß es aber sorgfältigster Schlackenüberwachung bedürfe, um mit einem niedrigen Verhältnis zu arbeiten.

Gerhard Calberla.

Die Bestimmung des Gesamt-Sauerstoffgehalts im Roheisen nach dem Aluminiumreduktionsverfahren

Im dritten Bericht des Unterausschusses für die Sauerstoffbestimmung des Iron and Steel Institute berichtete E. Taylor-Austin, über dessen Untersuchungen zur

Bestimmung von nichtmetallischen Einschlüssen im Roheisen nach dem wäßrigen Jodverfahren bereits berichtet wurde¹⁾, weiterhin über Versuche zur Bestimmung des Gesamtsauerstoffs im Roheisen nach dem Aluminiumreduktionsverfahren²⁾, wozu er die von N. Gray und M. C. Sanders³⁾ für die Bestimmung des Gesamtsauerstoffs im Stahl angegebene Arbeitsweise benutzte. Das Verfahren beruht bekanntlich darauf, daß die Untersuchungsprobe im Wasserstoffstrom mit Aluminium geschmolzen wird, wobei der Gesamtsauerstoff in Tonerde übergeführt und dann durch ein Rückstandsverfahren bestimmt wird. Hierbei ergab sich aber, daß die Arbeitsweise für Stahl entsprechend abgeändert werden mußte, da bei Roheisen Störungen durch das Silizium auftraten. Die Ergebnisse lagen oft erheblich über den nach dem verbesserten wäßrigen Jodverfahren⁴⁾ ermittelten Befunden. Mit steigendem Siliziumgehalt des Roheisens nahm der Fehler zu. Nach Ansicht des Verfassers nimmt die bei der Lösung der geschmolzenen Legierung in Säure auftretende kolloidale Kieselsäure aus der Lösung Aluminiumsalze auf, die dann im Rückstand eine erhöhte Menge an Aluminiumoxyd ergeben. Nach Einführung der bereits beim verbesserten wäßrigen Jodverfahren vorgeschlagenen Natrium-Karbonat-Zitrat-Behandlung des Rückstandes wurden erheblich niedrigere Werte an Gesamtsauerstoff gefunden, die auch mit dem zuletzt beschriebenen wäßrigen Jodverfahren¹⁾ übereinstimmten.

Auf Grund dieser Feststellungen gibt der Verfasser für das Aluminiumreduktionsverfahren bei Roheisen folgende Arbeitsvorschrift an:

7 bis 10 g der Probe (als Streifen von höchstens 15 mm Dicke aus der Mitte des Gesamtquerschnitts einer Massel) werden mit 14 g eines reinen Aluminiumbleches in einem Schiffchen in der von Gray und Sanders³⁾ beschriebenen Versuchseinrichtung (an Stelle der Silitabbeheizung verwendet der Verfasser eine Widerstandsbeheizung aus Tantaldraht) bei 1100° im Wasserstoffstrom erhitzt und bei dieser Temperatur 1 h gehalten. Nach dieser Zeit wird das Schiffchen aus dem erkalteten Rohr entfernt. Die Legierung wird in ein Becherglas von 1500 cm³ Inhalt gegeben. Nach Zusatz von 5 g Zitronensäure und 5 g Weinsäure sowie von 200 cm³ Salpetersäure vom spez. Gewicht 1,2 wird langsam erhitzt, bis Zitronen- und Weinsäure gelöst sind. Hierauf werden 60 cm³ konz. Salzsäure in kleinen Mengen zugegeben. Wenn die heftige Reaktion abgeklungen ist, wird zum Sieden erhitzt und bis zur vollständigen Lösung siedend gehalten (etwa 30 min). Nach dem Abkühlen und nach Zugabe von 10 g Ammoniumpersulfat wird die Lösung 1 h schwach gekocht und hierauf mit gleicher Menge heißen Wassers verdünnt. Man kocht auf und filtriert durch ein aschefreies Filter. Der Rückstand wird mit 5prozentiger Salzsäure und heißem Wasser ausgewaschen. Filter samt Rückstand bringt man in eine „Kohlensäureflasche“ von 300 cm³ Inhalt, fügt 120 cm³ einer Lösung hinzu, die aus 5 % Natriumkarbonat und 10 % Natriumzitrat besteht, und erhitzt unter mechanischer Rührung 1 h lang auf 80°, wie beim wäßrigen Jodverfahren¹⁾ näher beschrieben. Die Lösung wird dann durch ein Whatman-Filter Nr. 42, das in einen kleinen Büchner-Trichter eingesetzt ist, filtriert, mit heißem Wasser gründlich ausgewaschen, hierauf mit heißer 5prozentiger Salzsäure und schließlich wieder mit heißem Wasser ausgewaschen. Der Rückstand wird im Platintiegel verascht und bis zur Gewichtskonstanz geglüht. Nach Abrauchen mit Fluß- und Schwefelsäure bleibt reines Aluminiumoxyd zurück. Nach Abzug des Blindwertes wird auf Sauerstoff umgerechnet.

Zur Bestimmung des Blindwertes werden 14 g des reinen Aluminiumbleches mit 0,2 g eines Stahles mit bekanntem niedrigem Sauerstoffgehalt, wie oben angegeben, behandelt. Bei den Versuchen des Verfassers betrug der Blindwert 0,0008 g.

Nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren wurde von Taylor-Austin eine Reihe von grauen Roheisensorten untersucht. Die Ergebnisse stimmen mit den nach dem wäßrigen Jodverfahren und dem Vakuumschmelzverfahren

ermittelten Befunden gut überein, wie aus der bei der Berichterstattung über das wäßrige Jodverfahren angegebenen Zahlentafel⁴⁾ zu ersehen ist.

Das abgeänderte Aluminiumreduktionsverfahren ist nach Ansicht des Verfassers für die Bestimmung des Gesamtsauerstoffgehaltes im Roheisen brauchbar, sofern geeignete Proben zu erhalten sind. Zur Zeit ist die Anwendung auf weißes Roheisen und andere harte Roheisensorten noch etwas eingeschränkt. Falls die Proben durch Sägen abgetrennt werden können, entstehen keine Schwierigkeiten. Wenn aber eine Karborund-Schleifscheibe benutzt werden muß, treten leicht erhebliche Oberflächenoxydationen auf, die zu überhöhen Sauerstoffwerten führen. Versuche mit Bohrspänen, die in Aluminium eingehüllt waren, oder mit zerdrückten Stoffen sind bisher fehlgeschlagen. Die Frage der Erzielung brauchbarer Proben aus harten Werkstoffen wird vom Verfasser noch weiter verfolgt. *Paul Klinger,*

Fortschritte in der Schweißtechnik im Jahre 1942

[Schluß zu Seite 888]

5. Brennschneiden

Das Brennen von Schweißfugen hat zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit in letzter Zeit eine große Bedeutung erlangt. Die günstigsten Arbeitsbedingungen beim Brennschneiden von Schweißfugen werden von G. L. Walker und W. G. Sylvester²⁸⁾ geschildert. Es ist dabei wichtig, daß die verschiedenen maßgebenden Einflußgrößen sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Die wichtigsten Größen sind die Brenner, der Sauerstoffdruck, Vorschubgeschwindigkeit, der Winkel, mit dem der Sauerstoff zugeführt wird, Werkstoffoberflächenbedingungen und Vorwärmgeschwindigkeit. Nach diesem Verfahren lassen sich die verschiedensten Fugenarten ausbilden. Von besonderer Bedeutung ist der Anstellwinkel; bei zu steiler Anstellung fließt ein Teil der Schlacke über die Räder hinweg und verursacht einen unsauberen Schnitt. Die günstigsten Winkel werden von den Verfassern bei gegebener Nutform mitgeteilt. Der Sauerstoffbedarf ist von der Vorschubgeschwindigkeit weitgehend abhängig, ebenso ist der Sauerstoffdruck für die Leistung entscheidend, und zwar nimmt die Leistung mit zunehmendem Anstellwinkel und zunehmendem Druck wesentlich zu. Für die Herstellung von tulpenförmigen Schweißnähten lassen sich beide Schneidverfahren anwenden, und zwar Abschrägen der Kante nach dem üblichen und Brennen der Nut nach dem obengeschilderten Verfahren. Dieses Verfahren ist dem bisher gebräuchlichen Hobeln und Auskreuzen der Schweißfugen wesentlich überlegen. Es hat in jüngster Zeit auch in Deutschland Eingang gefunden.

Untersuchungen über brenngeschnittene legierte Baustähle höherer Festigkeit werden von L. C. Percival²⁹⁾ angestellt. Untersucht wurden Mangan-, Mangan-Kupfer-, Nickel-, Chrom-Kupfer-, Nickel-Kupfer- und Chrom-Nickel-Stähle mit Gehalten bis etwa 1,5 % Mn, 2 % Cr, 1,1 % Cu und 3,1 % Ni bei Kohlenstoffgehalten zwischen 0,065 und 0,31 %. Bestimmt wurden u. a. Zugfestigkeit, Härte und Biege Winkel. Auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung, die unter ungünstigsten Bedingungen durchgeführt wurde, folgert Percival, daß eine Wärmebehandlung bei Stählen mit einem Kohlenstoffgehalt unter 0,1 %, unabhängig davon, wie hoch der Anteil an Legierungselementen in den angegebenen Bereichen ist, nicht erforderlich ist. Werden die brenngeschnittenen Kanten ohne Kaltverformung geschweißt, so wird bei allen Stählen unter Einwirkung der Schweißwärme die Aufhärtung der geschnittenen Zonen beseitigt.

6. Sonstiges

Bei der ausgedehnten Anwendung mittellegierter Stähle im Kessel- und Rohrleitungsbau spielt die Frage der Vorwärmung eine besondere Rolle. Ueber die zweckmäßigste Art vorzuwärmen oder auch zu glühen berichtet C. J. Holslag³⁰⁾. Als besonders günstig hat sich nach langjährigen Erfahrungen das Induktionsverfahren gezeigt, das vor allen Dingen ein gleichmäßiges, leicht zu regelndes Temperaturfeld und eine geringe Belästigung des Schweißers gewährleistet. Das Verfahren wird in der Weise durchgeführt, daß mehrere Windungen eines Kabels um die zu erwärmende Stelle gelegt werden, die mit einem der gewünschten Temperatur entsprechenden Wechselstrom belastet werden. Die

¹⁾ Foundry Trade J. 64 (1941) S. 294/95. vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 420/21.

²⁾ Foundry Trade J. 64 (1941) S. 317/18.

³⁾ Eighth Report on the Heterogeneity of Steel Ingots, London 1939 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 25). S. 103/08. Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1257/58.

⁴⁾ Siehe Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 421. Zahlentafel 1.

²⁸⁾ Weld. J. 20 (1941) S. 91/101.

²⁹⁾ Quart. Trans. Inst. Weld. 4 (1941) S. 114/40.

³⁰⁾ Weld. J. 20 (1941) S. 105/07.

Zahl der Windungen betrug bei Vorwärmtemperaturen von rd. 680 ° 16 bis 18 bei Stromstärken von 265 bis 400 A. Das Verfahren kann sowohl mit hochfrequenten Strömen als auch mit Strömen geringer Frequenz durchgeführt werden. Nach Angaben des Verfassers sollen sich Ströme mit 200 bis 240 Wechseln besonders für dieses Verfahren eignen. Während des Schweißens soll der Strom ausgeschaltet werden, da sowohl die Werkzeuge als auch der Lichtbogen durch das magnetische Feld beeinflusst werden, was sich durch eine entsprechende Steuerung ohne weiteres regeln läßt. Daneben kann das Verfahren auch zum Spannungsfreiglühen einzelner Teile, insbesondere der Schweißzone, benutzt werden und eignet sich besonders bei Reihenfertigung.

In einer eingehenden Abhandlung prüft Dörnen⁵¹⁾ die verschiedenen Gurt-Stegblech-Verbindungen, ihre Vor- und Nachteile. Solange nur begrenzte Gurtstärken, besonders bei weichem Werkstoff, mit dem Stegblech zu verbinden waren, konnten größere Schwierigkeiten nicht beobachtet werden. Erst die Ausdehnung der Schweißung auf Stähle höherer Festigkeit bei dicken Gurtungen zeigte mehrfach Versager. Die zunächst, allerdings weniger aus diesem Grunde als mit Rücksicht auf die Einpassung der Stegbleche, beschrittenen Wege führten zum sogenannten Nasenprofil, wobei das Stegblech in eine gewalzte Rille eingesetzt wird. Eine wesentliche Abhilfe ergab dieses Profil jedoch nicht. Günstiger verhielten sich schon die Wulstplatten, bei dem der Stegblechanschluß aus der Gurtebene verschoben wurde, so daß der Gurt selbst Schweißspannungen nur in geringem Umfange aufzunehmen hatte. Wesentliche Fortschritte brachte die Entwicklung der Rippen- oder Stegplatte mit erhöhtem Stegansatz (40 mm). Die Nachteile dieser Bauweise sind, daß diese Formen nur im Profilwalzwerk herzustellen sind, infolgedessen mit Rücksicht auf den Walzpark keine beliebigen Abmessungen wie beim Universalwalzwerk herstellbar sind. Zudem bereiten verwickelte Formen beim Biegen über den glatten Gurt vielfach Schwierigkeiten bei zu hohem Stegansatz. Trotzdem dürften diese Nachteile die Vorteile der Bauweise nur wenig beeinträchtigen. Aussichten bieten weiterhin Sondergurte mit doppeltem, winkelförmigem Ansatz. Für diese Zwecke kann auch unmittelbar ein Winkel auf den Gurt mit seinen beiden Schenkeln aufgeschweißt werden, an den das Stegblech stumpf angeschweißt wird. Eine Führungsrille ist in den meisten Fällen zum Anpassen des Stegblechs vorzusehen.

Zur Brückenschweißung vom amerikanischen Standpunkt nimmt F. L. Plummer⁵²⁾ Stellung. Seine Angaben decken sich weitgehend mit den Erkenntnissen, die man in Deutschland gewonnen hat. Der verwendete Stahl soll einwandfreie Schweißereigenschaften haben. In Amerika wird laufend der genormte Brückenbaustahl A 7 nach American Society for Testing Materials (ASTM) verwendet. Die Vorbereitung muß sorgfältiger erfolgen als bei geschweißten Konstruktionen. Schweißfolge und Schweißart müssen so sein, daß die geringsten Spannungen auftreten. Elektroden von großem Durchmesser sollen nicht verwendet werden. Unregelmäßige und plötzliche Querschnittsübergänge müssen vermieden werden. Nach Möglichkeit soll auch die Werkstoffdicke so niedrig wie möglich gewählt werden. Die Schweißnähte sollen auf das geringste Maß beschränkt werden und nicht stärker geschweißt werden, als unbedingt erforderlich ist. Vor allen Dingen soll die Schweißung auf der Baustelle möglichst eingeschränkt werden. Ueberlapptschweißungen sind zu verwerfen. Versteifungen an Zug-elementen sollen vermieden werden. Die Schulung der Schweißer ist eine wesentliche Vorbedingung für gute Ergebnisse. Alle Untersuchungseinrichtungen, die für die Ueberwachung der Arbeiten geeignet sind, sollen eingesetzt werden. Bemerkenswert ist, daß von den gesamten bisher geschweißten Brücken nicht einmal 1% auf die Vereinigten Staaten von Amerika entfällt.

Ueber die günstigsten Verbindungsformen für Druckleitungen berichtet A. Scott⁵³⁾. Während für niedrige Drücke vorwiegend Muffenverbindungen gebräuchlich sind, kommen für Hochdruckleitungen Stumpfverbindungen mit oder ohne Grundring in Frage. Versuche an früher verlegten Leitungen zeigten vielfach Rißansätze zwischen Grundring und Schweißnaht. Diese lassen sich durch Wahl geeigneter Schweißbedingungen vermeiden. Bei großen Wandstärken und besonders bei legierten Stählen ist Vor-

wärmung das wirksamste Mittel zur Vermeidung von Rissen. Dauerstandsversuche und Wechselversuche mit wechselnden Temperaturen und Drücken, die den Betriebsbedingungen weitgehend angepaßt waren, zeigten, daß bei Stumpfverbindungen mit Grundringen auch in jahrelangem Betrieb keine Schäden auftreten werden, wenn die Schweißungen mit der nötigen Sorgfalt durchgeführt werden.

Die doppelseitige Gasschweißung an stehender Wand ist im Kesselbau längere Zeit in Anwendung. H. Hennefeld⁵⁴⁾ teilt Ergebnisse von derartigen Schweißungen gegenüber der Rechtsschweißung mit, die die Vorteile dieses Verfahrens erkennen lassen. Während bei der Rechtsschweißung bei 8-mm-Blechen schon eine Abschrägung der Kanten erforderlich ist, kann bei der doppelseitigen Schweißung bei 12 mm noch ohne Abschrägung stumpf geschweißt werden, was sich in einer Verringerung des Verbrauchs an Gas und Zusatzwerkstoff äußert. Dementsprechend steigen auch die Schweißleistungen an. Allgemein kann man damit rechnen, daß die Schweißleistung im einzelnen bei diesem Verfahren doppelt so groß ist wie bei der Rechtsschweißung bei einem 60- bis 50prozentigen Bedarf an Acetylen. Die Gesamtarbeitszeit deckt sich, da zwei Schweißer erforderlich sind, mit der der Rechtsschweißung bei dünnen Blechen, während bei dickeren Blechen noch eine Leistungssteigerung um rund 30% zu verzeichnen ist.

E. Werkner⁵⁵⁾ untersuchte den Einfluß der Flammenstärke beim Gasschweißen auf die Schweißleistung. Seine Versuche wurden mit einem weichen Schweißdraht an Blechen von 2, 3 und 4 mm Dicke nach dem Rechts- und Linksschweißverfahren durchgeführt. Dabei wurde die Linksschweißung nach dem „Rau- und Tropfnahverfahren“ angewendet. Letztgenanntes Verfahren eignet sich für sehr dünne Bleche besonders. Die Ergebnisse zeigen, daß es eine günstigste Flammenstärke gibt, bei der sich sowohl die Schweißleistung als auch der Gasverbrauch am besten verhalten. Diese Feststellung gilt für die Links- und Rechtsschweißung, lediglich wird bei der Rechtsschweißung das Gebiet günstigster Flammenstärke nach oben verschoben. Es zeigte sich außerdem, daß bei diesen Blechdicken die Rechtsschweißung, wie schon häufiger festgestellt, keine wirtschaftlichen Vorteile bietet. Das Tropfnahverfahren ist dem Raupennahverfahren bei der Linksschweißung bei Blechen von 2 und 3 mm Dicke leicht überlegen. Unterschiede zwischen den Eigenschaften der Nähte bei Einhaltung günstigster Flammenstärke wurden nicht gefunden.

Die Schweißerausbildung ist bei der steigenden Fertigung geschweißter Teile von größter Bedeutung. D. P. Masterson⁵⁶⁾ schildert die Verhältnisse in Amerika. Es unterliegt keinem Zweifel, daß es jahrelanger Schulung und Unterweisung bedarf, ehe ein Schweißer so weit fortgeschritten ist, daß er alle vorkommenden Schweißarbeiten auszuführen in der Lage ist. Man hat in Amerika eine große Zahl von Schweißerschulen eingerichtet, die zum Teil privat als Geschäftsbetrieb geführt, zum Teil von behördlichen Stellen geleitet werden. So sind in allen größeren Städten Schweißerschulen errichtet worden. Der Wert der Schule hängt stets mit dem Wert seiner Lehrer zusammen. In Zusammenarbeit zwischen Schule und Industrie ist es möglich, auch von nicht voll ausgebildeten Schweißern anzugeben, ob Haltung und Eigenschaften so sind, daß sie zu einem vollständigen Schweißer erzogen werden können. Es ist Sinn dieser Schulen, dem Lernenden die notwendigen Grundlagen zu vermitteln. Nach Ansicht des Verfassers liegt das günstigste Lebensalter für die Schulung von Schweißern zwischen 16 und 45 Jahren. Darüber hinaus soll die Auffassungsgabe erheblich absinken. Der Einsatz soll so erfolgen, daß die angelernten Schweißer zunächst die einfachsten Arbeiten auszuführen haben und erst nach Ablegung von Prüfungen zu wichtigen Arbeiten zugelassen werden.

J. P. Dods⁵⁷⁾ befaßt sich mit der durch die erhöhten Anforderungen in der Flugzeugindustrie geschaffenen Lage. Die bis zum Jahre 1939 in Auftrag gegebenen Flugzeuge gleicher Typen habe die Einschulung von guten Kräften nachteilig beeinflusst. Eingehend behandelt er die bei Verbindungen zwischen Rohr, Schmiedestücken, Armaturen usw. häufig festzustellenden Konstruktions- und Schweißfehler und bringt Vergleiche zwischen einwandfreien und fehlerhaften Schweißkonstruktionen.

Wilhelm Lohmann.

⁵¹⁾ Bautechn. 20 (1942) Nr. 7/8, S. 61/66.

⁵²⁾ Weld. J. 20 (1941) S. 281/87.

⁵³⁾ Quart. Trans. Inst. Weld. 4 (1941) S. 141/53.

⁵⁴⁾ Autogene Metallbearb. 35 (1942) S. 210/13.

⁵⁵⁾ Autogene Metallbearb. 35 (1942) S. 109/15.

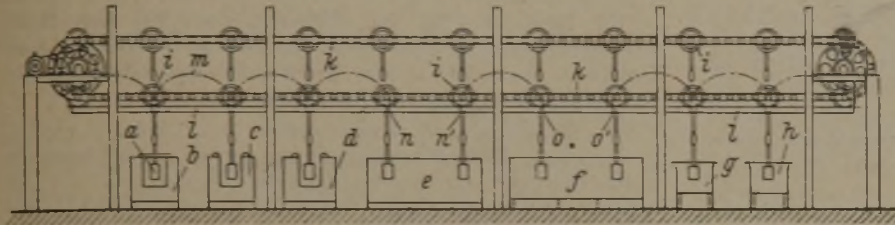
⁵⁶⁾ Weld. J. 20 (1941) S. 110/11.

⁵⁷⁾ Weld. J. 20 (1941) S. 787/92.

Patentbericht

Kl. 18 c, Gr. 11₂₀, Nr. 737 027, vom 29. September 1940. Ausgegeben am 3. Juli 1943. **Blank & Flemmig**, Industriofenbau-Boyeöfen, in Berlin-Kaulsdorf. (Erfinder: Helmuth Simon in Berlin-Karlshorst.) *Verfahren und Vorrichtung zum selbsttätigen Senken, Heben und Weiterbefördern von Lasten, z. B. Gegenständen in Warmbehandlungseinrichtungen.*

Die Gegenstände *a*, die nacheinander z. B. die Vorwärmöfen *b* und *c*, den Härteofen *d*, das Abschreckbad *e*, das Abkochbad *f*, das Spülbad *g* und die Trockenvorrichtung *h*



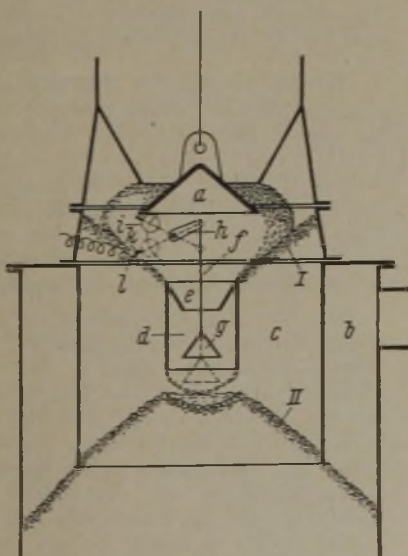
durchlaufen sollen, sind an Zahnrädern *i* aufgehängt, die von einer Förderkette *k* fortbewegt werden und dabei über die Zahnstange *l* abrollen. Hierdurch beschreiben die Aufhängepunkte der Gegenstände und mithin diese selbst Cycloidenbahnen *m*, wobei die Eintauchtiefe und -dauer von der Form der Cycloide abhängig ist, die durch Aenderung des Abstandes zwischen Aufhängepunkt und Zahnradmittelpunkt geändert werden kann. Ist eine längere Eintauchdauer notwendig, wie z. B. im Härtebad *e* und Abkochbad *f*, so wird zwischen den Punkten *n, n'* und *o, o'* die Verzahnung der Zahnstange *l* unterbrochen.

Kl. 18 d, Gr. 2₁₀, Nr. 737 312, vom 26. April 1940. Ausgegeben am 12. Juli 1943. **Fried. Krupp AG.** in Essen. (Erfinder: Dr. phil. Hermann Fahlenbrach in Essen-Steele.) *Eisen-Chrom-Aluminium-Legierungen für magnetisch beanspruchte Gegenstände.*

Die besonders für die Hochfrequenztechnik dienenden Werkstoffe, für die eine hohe Permeabilität, geringe Koerzitivkräfte und geringe Wirbelstromverluste erforderlich sind, enthalten 0,5 bis 10 % Cr, das teilweise durch Molybdän und/oder Wolfram ersetzt werden kann, sowie 4 bis 10 % Al, das zum Teil durch Silizium ersetzt werden kann, Rest Eisen. Die Legierung, deren Kohlenstoffgehalt möglichst unter 0,1 % liegt, wird zweckmäßig im Schutzgas bei 900 bis 1200 ° geblüht.

Kl. 24 e, Gr. 9, Nr. 737 469, vom 16. Oktober 1940. Ausgegeben am 14. Juli 1943. **Demag AG.** in Duisburg. (Erfinder: Franz Leitner in Mülheim, Ruhr.) *Vorrichtung zur selbsttätigen Beschickung eines Gaserzeugers in Abhängigkeit von der Brennstoffhöhe im Schacht.*

Unterhalb der Streuglocke *a* ist innerhalb des im Vergasungsschacht *b* liegenden Füllschachtes *c* ein kleiner Schacht *d* angeordnet, der im Durchmesser kleiner als die Streuglocke ist und in den die Beschickung erst hineingelangt, wenn der Füllschacht bis zum Stand I gefüllt ist. Alsdann fällt der Brennstoff über den Einlauf *e* auf die am Gestänge *f* aufgehängte Glocke *g* und reißt diese in die untere, strichpunktiert gezeichnete Lage, wobei das am doppelarmigen Hebel *h* sitzende Gegengewicht *i* gehoben, der Kontakt *k, l* geöffnet und damit die weitere Aufgabe von Brennstoff



durch Schließen der Streuglocke unterbrochen wird. Die Unterbrechung bleibt bestehen, solange die Glocke *g* von der Beschickung festgehalten wird. Erst nach Entleerung des Schachtes *d*, was etwa beim Sinken der Beschickung auf den mit II bezeichneten Stand der Fall ist, wird die Glocke *g*

freigegeben, der Kontakt *k, l* wieder geschlossen und die Beschickung fortgesetzt.

Kl. 40 b, Gr. 14, Nr. 737 371, vom 20. Juni 1930. Ausgegeben am 13. Juli 1943. **Heraeus-Vacuum-schmelze AG.** und Dr. Wilhelm Rohn in Hanau. *Verfahren zur Beeinflussung der magnetischen Eigenschaften von mechanisch durch Walzen, Ziehen usw. verarbeiteten Eisen-Nickel-Sinterlegierungen.*

Eisen-Nickel-Sinterlegierungen, die gegebenenfalls Zusätze von Kupfer, Kobalt, Mangan, Chrom, Silizium, Silber und Molybdän enthalten und aus Pulver hergestellt werden, das durch Zersetzung von Metallkarbonylen gewonnen wird, lassen sich durch die bei der Herstellung, Weiterverarbeitung oder Fertigstellung gewählte Erhitzungsdauer und -temperatur in ihrer Inhomogenität und damit in ihren magnetischen Eigenschaften beeinflussen. Sollen z. B. Werkstücke mit Höchstpermeabilität erzeugt werden, so sind die Glühungen bei hoher Temperatur und lang dauernd vorzunehmen, während bei kurzen Glühzeiten und niederen Temperaturen Körper mit gleichbleibender Permeabilität erhalten werden.

Kl. 18 d, Gr. 2₁₀, Nr. 737 508, vom 11. August 1940. Ausgegeben am 15. Juli 1943. **Deutsche Edelstahlwerke AG.** in Krefeld. (Erfinder: Dipl.-Ing. Wilhelm Zumbusch in Krefeld.) *Leitstücke für Dauermagnete.*

Durch Sintern hergestellte ferromagnetische Leitstücke, wie Polschuhe Polplatten od. dgl., müssen den gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie die Dauermagnete haben, wenn sie sich bei der Wärmebehandlung von den gleichfalls und vorzugsweise gleichzeitig durch Sintern hergestellten Dauermagneten aus Eisen-Nickel-Aluminium-Legierungen nicht ablösen sollen. Die Leitstücke müssen ferner gut bearbeitbar sein und sie dürfen bei der Sinterung und Wärmebehandlung an der Uebergangsstelle zum Dauermagneten nicht zur Bildung von Zonen, z. B. austenitischen Gefüges, mit verminderter Induktion führen. Die Anforderungen werden durch eine Eisenlegierung mit 2 bis 15 %, vorzugsweise 6 bis 12 % W, und gegebenenfalls bis 18 % Co erfüllt, jedoch darf die Summe von Wolfram und Kobalt 20 % nicht übersteigen. Die Legierung kann auch aus 5 bis 10 % Ni, 5 bis 10 % Co, Rest Eisen, und gegebenenfalls bis 20 % Cu oder aus 5 bis 20 % Ni, 5 bis 20 % Cu, Rest Eisen bestehen.

Kl. 18 c, Gr. 14, Nr. 737 555, vom 1. Februar 1936. Ausgegeben am 19. Juli 1943. **Hoesch AG.** in Dortmund. *Verfahren zum Herstellen eines grobkörnigen, siliziumhaltigen Eisenbleches, -bandes oder -drahtes mit Si bis zu 5 %.*

Die magnetischen Werte lassen sich erheblich verbessern, wenn die Bleche oder Bänder im Anschluß an eine kritische Kaltverformung einer etwa dreistündigen Rekristallisationsglühung unterworfen werden, die bei Gehalten von 0,5 bis 1 % Si oberhalb 850 ° und bei Gehalten von 2 % und mehr Si oberhalb 950 ° liegt. An diese Glühung schließt sich eine etwa zehnstündige Nachglühung bei 700 bis 850 ° an, wobei der untere Bereich für die niederen und der obere für die höheren Siliziumgehalte anzuwenden ist.

Kl. 18 d, Gr. 2₇₀, Nr. 737 556, vom 6. Januar 1935. Ausgegeben am 19. Juli 1943. Zusatz zum Patent Nr. 707 941 (vgl. Stahl u. Eisen 61 [1941] S. 1115). **Hoesch AG.** in Dortmund. *Chrom-Molybdän-Eisen-Legierung für korrosionsbeständige Gegenstände, deren Herstellung eine hohe Tiefziehfähigkeit erfordert.*

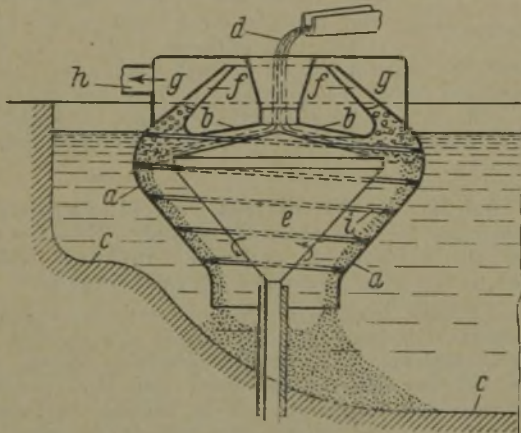
Die ferritische Legierung enthält 18 bis 20 % Cr, 0,4 bis 1 % Mo, 0,4 bis 1,6 % Si, wobei der Kohlenstoffgehalt bei 18 % Cr 0,02 % bis 0,06 %, bei 19 % Cr 0,02 bis 0,08 % und bei 20 % Cr 0,02 bis 0,10 % und die Summe aus dem Siliziumgehalt und dem doppelten Molybdängehalt 2,4 % beträgt. Die Legierung, die zusätzlich noch bis 0,3 % Mn, 0,25 % Cu, 0,50 % Ni einzeln oder zu mehreren Teilen enthalten kann, zeichnet sich durch Tiefzieh-, Präge-, Kaltwalz- und Rollfähigkeit aus und ist gegen schwache Säuren, z. B. Essig- und Fruchtsäure, beständig. Verwendet wird die Legierung für Automobilpreßteile, Kannen, Behälter u. dgl., die durch Tiefziehen hergestellt werden.

Kl. 7 a, Gr. 14₀₁, Nr. 737 604, vom 28. Mai 1938.
 Ausgegeben am 20. Juli 1943. Mannesmannröhrenwerke in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Werner Knoll in Düsseldorf.) *Verfahren zur Herstellung nahtloser Rohre.*

Die Blöcke werden unter Belassung eines Bodens in der Presse gelocht, dann zur Wandstärkenverminderung über einer zylindrischen, mitlaufenden Dornstange im Schrägwalzwerk ausgewalzt und schließlich in der Stoßbank oder in einem Walzwerk, das einseitig geschlossene Rohre zu verarbeiten vermag, z. B. in einem kontinuierlichen Walzwerk oder in einem Schrägwalzwerk, zum fertigen Rohr ausgestreckt.

Kl. 13 g, Gr. 2₀₁, Nr. 737 648, vom 12. Januar 1941.
 Ausgegeben am 19. Juli 1943. Dr. Felix Kagerer in Wien. (Erfinder: Dr. Felix Kagerer in Wien.) *Vorrichtung zur Ausnutzung des Wärmeinhaltes von Schlacken für die Erzeugung von Hochdruckdampf.*

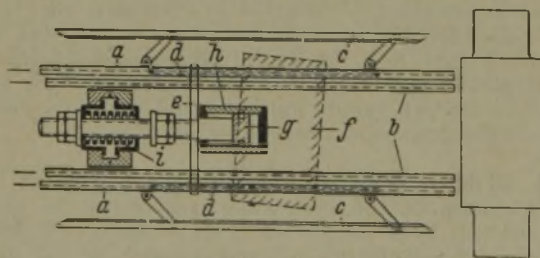
Die Vorrichtung besteht aus dem weitbauchigen, unten offenen Behälter *a*, der bis zu seiner Decke *b* in ein Wasser-



becken *c* eintaucht. Die flüssige Schlacke *d* trifft auf die als Doppelkegel ausgebildete Rührvorrichtung *e*, die sehr rasch umläuft, dadurch das zwischen ihr und der Behälterwand befindliche Wasser mitreißt und es bis zu einer gewissen Höhe in den Abzugkanal *f* für den Wasserdampf drückt. Der dort entwickelte Dampf strömt durch den Sammelraum *g* zum Entnahmestutzen *h*, während der Schlackensand über die an der Behälterwand schraubenförmig angebrachten Leisten *i* nach unten abläuft.

Kl. 7 a, Gr. 27₀₄, Nr. 737 674, vom 4. Oktober 1936.
 Ausgegeben am 19. Juli 1943. Schloemann AG. in Düsseldorf. (Erfinder: Karl Neumann in Düsseldorf-Oberkassel.) *Walztisch für Blechwalzwerke.*

Die z. B. mit gegenläufig bewegten Förderketten ausgerüsteten Außen- und Innentische *a, b* sind mit seitlichen Führungsleisten *c* versehen, die mit Hilfe des Lenkerparallelogramms *d* und der Traverse *e* untereinander verbunden sind und einander genähert und wieder entfernt werden



können, um das Walzgut *f* vor seinem Eintritt in die Walzen winkelgerecht auszurichten. Um durch das Ausrichten die Förderbewegung des Walzgutes nicht zu stören und ein Klemmen zu verhindern, erfolgt das Ausrichten durch kurzes schlagartiges Auftreffen auf die Walzgutkanten, was durch eine Bewegung des Kolbens *g* im Luftdruckzylinder *h* von rechts nach links herbeigeführt wird, wobei im letzten Teil der Hubbewegung die Druckfeder *i* unter der Wirkung der bewegten Massen zusammengedrückt wird. Mit der sich anschließenden Entspannung der Feder werden der Kolben und Traverse *e* ein Stück zurückbewegt und die Leisten von den Walzgutkanten etwas abgehoben. Die Zurückführung der Leisten in die Ausgangsstellung erfolgt durch Betätigung des Druckluftzylinders.

Kl. 18 d, Gr. 2₂₀, Nr. 737 678, vom 21. September 1930.
 Ausgegeben am 21. Juli 1943. Fried. Krupp AG. in Essen. (Erfinder: Dr. Fritz Rittershausen in Essen.) *Herstellung von Gegenständen, die hohen Gasdrücken ausgesetzt sind und gegen bei Druckänderungen auftretende Beanspruchungen hohe Widerstandsfähigkeit aufweisen.*

Verwendet wird eine vorzugsweise vergütete Stahlegierung mit höchstens 0,3 % C, 2 bis 4 % Cr und 0,15 bis 0,7 % Mo. Die Legierung, die bei starken Querschnitten zwecks Erleichterung der Wärmebehandlung noch bis zu 2 % Ni enthalten kann, zeichnet sich durch sehr hohe Festigkeitswerte bei gleichzeitig sehr hoher Zähigkeit aus.

Kl. 18 d, Gr. 2₂₀, Nr. 737 679, vom 14. Juli 1936.
 Ausgegeben am 21. Juli 1943. Meier & Weichelt in Leipzig. *Temperguß für Werkstücke und Maschinenteile, die eine hohe Dauerschlagfestigkeit erfordern.*

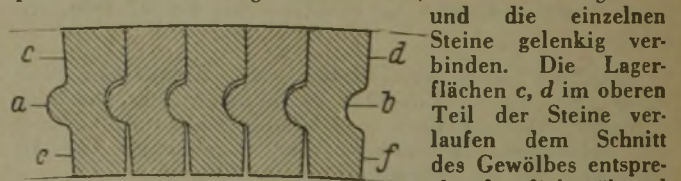
Für Pleuelstangen, Kurbelwellen und andere, großen dynamischen Beanspruchungen ausgesetzte Maschinenteile eignet sich ein mit Kupfer legierter Temperguß, der als Rohguß etwa 2,8 % C, 0,3 bis 1 % Si, 0,05 bis 0,5 % Mn und 0,4 bis 2 % Cu enthält.

Kl. 49 h, Gr. 36₀₁, Nr. 737 722, vom 21. November 1937.
 Ausgegeben am 21. Juli 1943. Gebr. Böhler & Co. AG. in Wien. (Erfinder: Dr.-Ing. Hans Pollack in Buderich bei Düsseldorf und Dr.-Ing. Franz Rapatz in Kapfenberg.) *Austenitischer Zusatzwerkstoff zum Schweißen nichtaustenitischer Stähle oder von Grauguß.*

Der Zusatzwerkstoff für das Schweißen enthält 3 bis 18 % Cr, 0,8 bis 30 % Ni, 4 bis 16 % Mn und 0,03 bis 1 %, insbesondere 0,35 bis 0,60 % P, Rest Eisen mit den üblichen Gehalten an Kohlenstoff und Silizium. Neben Phosphor, der ganz oder teilweise in der Umhüllung der Schweißdrähte untergebracht sein kann, können auch andere Karbidbildner, wie Titan, Tantal, Niob, Vanadin oder Molybdän bis zu 3 % zulegiert sein.

Kl. 24 k, Gr. 5₀₂, Nr. 737 732, vom 12. September 1936.
 Ausgegeben am 22. Juli 1943. Dipl.-Ing. Hans Oertel in Dortmund. *Ofengewölbe für durch Hitze hochbeanspruchte Oefen, insbesondere Siemens-Martin- und Glühöfen.*

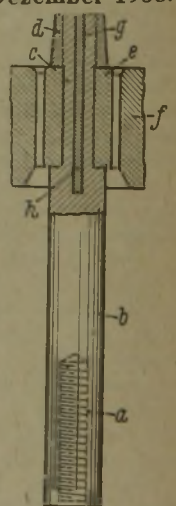
Die einzelnen Gewölbesteine sind etwa in der Mitte der Gewölbedecke mit halbkreisförmigen Erhöhungen *a* und entsprechenden Vertiefungen *b* versehen, die ineinandergreifen



und die einzelnen Steine gelenkig verbinden. Die Lagerflächen *c, d* im oberen Teil der Steine verlaufen dem Schnitt des Gewölbes entsprechend radial, während die unteren Lagerflächen *e, f* stärker verjüngt sind, so daß sich bei der Ausmauerung Dehnfugen ergeben.

Kl. 7 b, Gr. 4₃₀, Nr. 738 085, vom 17. Dezember 1938.
 Ausgegeben am 2. August 1943. USA.-Priorität vom 16. Dezember 1937. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: Edgar W. Engle in Noroton und Hershel Bryan Duncan in Stamford, Conn., V.St.A.) *Mit einem nicht verlöteten, ringförmigen, innen glatten Hartmetallmantel versehener stählerner Rohrziehdorn.*

Der mit dem Gewinde *a* an der Ziehstange befestigte Ziehdornhalter *b* trägt an seinem verjüngten Ende *c* den mit der Mutter *d* befestigten, aus Hartmetall bestehenden Ziehdorn *e*. Der Ziehring ist mit *f* bezeichnet. Um bei stärkerer Wärmeausdehnung des Dornhalters ein Sprengen des Hartmetalldornes zu verhindern, ist erfindungsgemäß der Dornhalter mit Schlitzen *g* oder Nuten versehen, die mit einem weichen Metall *h*, wie Kupfer, Messing, Bronze oder Weichlot, ausgefüllt sind.

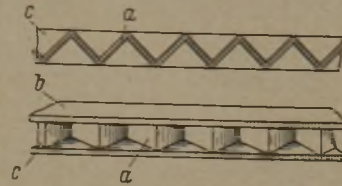


Kl. 18 d, Gr. 2₂₀, Nr. 738 245, vom 30. Juli 1940.
 Ausgegeben am 9. August 1943. Deutsche Edelstahlwerke AG. in Krefeld. (Erfinder: Dr. Gerhard Riedrich

in Krefeld.) **Stahl für Gegenstände mit hoher Dauerstandfestigkeit und guter Beständigkeit gegen schwefelwasserstoffhaltige Gasgemische.**

Hohe Dauerstandfestigkeit bei Temperaturen über 650° und gleichzeitige Beständigkeit gegen schwefelwasserstoffhaltige Gase werden von Stahllegierungen erreicht, die bis zu 0,5 % C, 20 bis 30 % Cr, 2 bis 7 % Ni und 0,1 bis 0,35 % N sowie gegebenenfalls noch bis 3 % Si und/oder bis 5 % Mn enthalten.

Kl. 18 c, Gr. II₄₀, Nr. 738 303, vom 13. Dezember 1941. Ausgegeben am 11. August 1943. Bergische Stahl-Industrie in Remscheid. (Erfinder: Arthur Seibel in Remscheid.) **Tragbalken für Glühöfen und dergleichen.**



Die in Hubbalkenöfen als Bauteil für die Förder- und gegebenenfalls auch für die Festbalken verwendeten Doppel-T-Träger erfahren durch unterschiedliche Wärmeeinwirkung auf die zu beiden Seiten des Steges liegenden Gurte seitliche Verkrümmungen. Dieser Mißstand wird erfindungsgemäß vermieden, wenn der Steg a so zwischen den Kanten der Gurte b, c wellen-, zickzack- oder mäanderförmig hin- und hergeführt wird, daß er auf seinen beiden Seiten deckungsgleiche Gurtteile einschließt.

Wirtschaftliche Rundschau

Die Firma Fried. Krupp als Familienunternehmen

Ein im Reichsgesetzblatt Nr. 99 vom 20. November 1943 veröffentlichter Erlaß des Führers über das Familienunternehmen der Firma Fried. Krupp vom 12. November 1943 hat folgenden Wortlaut:

Die Firma Fried. Krupp hat sich als Familienunternehmen in 132 Jahren überragende, in ihrer Art einzige Verdienste um die Wehrkraft des deutschen Volkes erworben. Es ist daher mein Wille, daß sie als Familienunternehmen erhalten bleibt. Zu diesem Zweck bestimme ich:

I. Der Inhaber des Kruppischen Familienvermögens wird ermächtigt, mit diesem Vermögen ein Familienunternehmen mit besonders geregelter Nachfolge zu errichten.

II. Die Errichtung des Familienunternehmens und seine Satzung sind gerichtlich oder notariisch zu beurkunden. Die Satzung bedarf meiner Genehmigung, die durch den Reichsminister und Chef der Reichskanzlei einzuholen ist.

III. Der jeweilige Inhaber des Unternehmens führt den Namen Krupp vor seinem Familiennamen.

IV. Der Reichsminister der Finanzen wird ermächtigt, im Einvernehmen mit dem Reichsminister und Chef der Reichskanzlei die mit der Gründung des Familienunternehmens zusammenhängenden Abgaben sowie die künftige Besteuerung des Unternehmens und die durch den Tod eines Inhabers oder den Uebergang der Inhaberschaft auf einen anderen Inhaber entstehende Erbschafts-(Schenkungs-)Steuer im Sinne dieses Erlasses zu regeln.

V. Der Reichsminister der Justiz und der Reichswirtschaftsminister können — jeder für seinen Geschäftsbereich und, soweit erforderlich, gemeinsam — im Einvernehmen mit dem Reichsminister und Chef der Reichskanzlei die zur Durchführung und Ergänzung erforderlichen Vorschriften in Verwaltungswege erlassen.

Die angloamerikanische Manganerzversorgung

Ueber die Versorgung der Vereinigten Staaten von Amerika mit Manganerz wurde bereits früher berichtet¹⁾. Die erwartete Besserung ist allerdings eingetreten, obgleich die Lieferungen nur gerade für den dringendsten Bedarf ausreichen. Die Metals Reserve Co. hat ihren Plan, umfangreiche Manganerzvorräte zu bilden, bis auf das Frühjahr 1944 verschieben müssen. Die Bestände in Händen dieser Gesellschaft waren Ende September 1943 auf rd. 2000 t zusammengeschrumpft.

Für die derzeitige Lage kennzeichnend ist zunächst der Umstand, daß im September erstmalig russisches Kaukasus-Manganerz über Bender—Shapur (mit der Bahn über Täbris—Teheran und nicht über das Kaspische Meer) nach den Vereinigten Staaten ging, und zum anderen die sich verschlechternde Lage der englischen Manganerzversorgung. Bei den russischen Lieferungen handelt es sich vermutlich weniger um große Mengen als um Ausfuhr aus Gründen des Ansehens. Einmal ist der Versand kostspielig, lang und begrenzt, und zum anderen haben die Russen, solange sie Nikopol nicht zurückerobert haben, selbst zu wenig Manganerz. Im allgemeinen dürfte es sich neben der Ausnutzung rücklaufenden Wagenraumes wohl nur um eine Pacht- und Leih-Gegenseitigkeit handeln. Die Engländer allerdings sind seit Frühjahr 1943 mehr als kurz gehalten worden; so haben sie z. B. von den gesteigerten Verladungen aus Westafrika, Indien und Ägypten nichts erhalten. W. H. Taylor vom Iron and Steel Institute wies nach, daß seit

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 495.

Mai 1943 die an sich geringen Manganerz-Bestände in England so gut wie völlig aufgebraucht sind und der Ausgleich durch erhöhte Ferromanganeinfuhr (vornehmlich aus Kanada) nur unzureichend gewesen ist. Die Lage wurde als „besorgniserregend“ bezeichnet. Gleichzeitig wurde bekannt, daß die gesamten 47 000 t Manganerz, die vom 1. 5. bis 31. 8. 1943 aus Ägypten verschifft wurden, nach den Vereinigten Staaten gingen, während von den aus Südafrika vom 1. 4. bis 30. 9. 1943 verladenen 36 000 t rd. 29 000 t nach den V.St.A. verladen wurden. Von Westafrika erhielten die Amerikaner in diesem Jahre 85 % des Gesamtversands gegen nur 30 % im Vorjahre. Die erhebliche Beschränkung der englischen Einfuhr hat dazu geführt, daß der Vereinigte Rohstoffauschuß für das letzte Vierteljahr 1943 in Abänderung früherer Beschlüsse eine zusätzliche Menge indischer und afrikanischer Manganerze in Höhe von 30 000 t für England bewilligt hat.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika Januar/August 1943

Die Roheisenerzeugung (einschließlich Ferromangan und Spiegeleisen) überstieg im August noch um ein geringes das bisher beste Ergebnis vom März 1943. Die Entwicklung in den einzelnen Monaten des Jahres zeigte folgendes Bild:

| | (In 1000 Tonnen) | | |
|----------------------------|------------------|--------|--------|
| | 1941 | 1942 | 1943 |
| Januar | 4 131 | 4 510 | 4 712 |
| Februar | 3 733 | 4 083 | 4 324 |
| März | 4 183 | 4 587 | 4 821 |
| Insgesamt 1. Vierteljahr . | 12 047 | 13 180 | 13 857 |
| April | 3 863 | 4 442 | 4 568 |
| Mai | 4 075 | 4 603 | 4 697 |
| Juni | 4 048 | 4 477 | 4 387 |
| Insgesamt 2. Vierteljahr . | 11 986 | 13 522 | 13 652 |
| Insgesamt 1. Halbjahr . . | 24 033 | 26 702 | 27 509 |
| Juli | 4 219 | 4 582 | 4 557 |
| August | 4 297 | 4 544 | 4 822 |
| Januar/August | 32 549 | 35 828 | 36 888 |

Die Rohstahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika im August 1943

| | 1941 | 1942 | 1943 |
|----------------|-------------|--------|--------|
| | (in 1000 t) | | |
| Januar | 6.286 | 6.464 | 6.735 |
| Februar | 5.659 | 5.916 | 6.192 |
| März | 6.470 | 6.707 | 6.958 |
| April | 6.131 | 6.461 | 6.690 |
| Mai | 6.443 | 6.701 | 6.845 |
| Juni | 6.169 | 6.370 | 6.375 |
| Juli | 6.188 | 6.485 | 6.691 |
| August | 6.351 | 6.562 | 6.860 |
| 1. Vierteljahr | 18.415 | 19.087 | 19.885 |
| 2. Vierteljahr | 18.743 | 19.532 | 19.910 |
| 1. Halbjahr | 37.158 | 38.619 | 39.795 |
| Januar/August | 49.697 | 51.666 | 53.346 |

Buchbesprechungen

Lickteig, Ernst, Dr.-Ing.: Schraubenherstellung. Mit 168 Abb. u. 13 Zahlentaf. Düsseldorf: Verlag Stahleisen m.b.H. 1943. (XII, 253 S.) 8°. Geb. 18 RM, für Mitglieder des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. 16,20 RM.

(Stahleisen-Bücher. Bd. 4.)

„Schrauben sind doch etwas so Alltägliches“, wird mancher Leser der Ankündigung für das Erscheinen des Bandes 4 der Stahleisen-Bücher über Schraubenherstellung gedacht haben, so daß ein Buch darüber zu schreiben kaum lohnen dürfte.

Nun liegt über die Herstellung der Schrauben allein ein stattlicher Band vor, dessen Inhalt erst recht erkennen läßt, welche Bedeutung diesem so weit verbreiteten Maschinenelement zukommt und welche Entwicklungsgeschichte es hinter sich hat. Von Archimedes bis in unsere heutige Zeit läßt sich eine immer steigende Verwendung von Schrauben und damit Hand in Hand gehend eine immer stärkere Mechanisierung der Fertigung verfolgen. Aber auch die Ansprüche an die Schrauben als Befestigungselement sind je länger, je mehr gestiegen. Die Erkenntnisse über die Auswirkung der möglichen Beanspruchungen haben sich erweitert, und so bietet der Verfasser nach einem kurzen geschichtlichen Ueberblick zunächst ein Bild der Gestaltungsgrundlagen der Schrauben, woraus die zweckmäßige Herstellung abgeleitet wird, dem sich eine Uebersicht über den derzeitigen Stand der Schraubenfertigung anschließt.

Dem Eisenhüttenmann werden hier insbesondere die wiedergegebenen Häufigkeitskurven der chemischen Zusammensetzung und der Festigkeitseigenschaften der benutzten Schraubenwerkstoffe von Nutzen sein. Dem Schraubenerzeuger geben die mitgeteilten Daten der Werkzeugstandzeiten wertvolle Hinweise über die Behandlung seiner Werkzeuge.

Dem Zuge der Zeit entsprechend werden die spanlos oder abfallarm arbeitenden Massenerzeugungsverfahren bevorzugt behandelt. Manches kommt dabei leider etwas zu kurz, wie z. B. die Fertigung von Holzschrauben und preßblanken Schrauben. Auch auf die Zerspanbarkeit von Automatenstählen wird nicht eingegangen.

Eine wertvolle Uebersicht über Normen und technische Lieferbedingungen für Schrauben, Gewinde und Werkstoffe und eine Patentschau unter Bevorzugung von Verfahrens- und Werkstoffpatenten bildet den Abschluß des gut bebilderten Werkes. Für den außenstehenden Leser wäre ein Hinweis auf den Zusammenhang der Herstellungsverfahren mit der geforderten Oberflächengüte und Maßgenauigkeit erwünscht.

In Abbildung 69 fällt auf, daß die Häufigkeitskurve für die Einschnürung beim Werkstoff Nr. 1 zwei ausgeprägte Maxima hat, die sich in der Zerreißfestigkeit nicht erkennen lassen. Hieraus kann gefolgert werden, daß für den gut kaltverformbaren Werkstoff eine Mindesteinschnürung von 60 % gefordert werden muß. Abb. 127 zeigt eine verbrannte warmgepreßte Mutter und nicht, wie irrtümlich angegeben, die Rekristallisation bei einer warmgepreßten Mutter.

Das Buch bildet in seiner friedensmäßigen Aufmachung eine wertvolle Bereicherung des Fachschrifttums, dessen Anschaffung jedem, der in seinem Beruf mit Schrauben zu tun hat, empfohlen werden kann.

Karl Schimz.

Vereinsnachrichten

Von unseren Hochschulen

Unser Mitglied, Dr.-Ing. habil. Helmut Kirchberg, bisher wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf, ist an die Technische Hochschule Breslau berufen worden und hat dort zunächst vertretungsweise das Institut für Aufbereitung und den Lehrstuhl für Bergbaukunde und Aufbereitung übernommen.

Änderungen in der Mitgliederliste

Fichtner, Hermann, Ingenieur, Betriebsleiter, Düsseldorf-Oberkassel, Rheinallee 117a 33 927
Fischer, Egon, Dipl.-Ing., Bad Kreuznach, Salinenstr. 66 42 035
Fischer, Wilhelm, Dr.-Ing. habil., Dozent, Langenberg (Rheinland), Wiemerstraße 4 27 970

Fritsch, Günter, Dipl.-Ing., Chemiker, Blechhammer über Heydebreck (Oberschles.), Schlesiener Hof 42 094
Gabel, Werner, Betriebsleiter, Kneuttingen (Westm.) 43 011
Girardet, Otto, Ingenieur i. R., Magdeburg-Sudenburg, Kretschmannstraße 27 19 033
Girod, Hans, Dipl.-Ing., Direktor, Essen, Jennerstraße 3 33 032
Greulich, Erich, Dr.-Ing., Laboratoriumsleiter, Ketsch über Schwetzingen, Schwetzingen Straße 21 41 051
Grüner, Paul, Dr.-Ing. habil., Dozent, Obergeringenieur, Aachen, Krefelder Straße 41 36 136
Guß, Josef, Dr., Dipl.-Ing., Breslau, Telegrafstraße 5 04 016
Henze, Hermann, Ingenieur, Walzwerksassistent, Rombach (Westm.), Blücherstraße 14 38 063
Hougardy, Hans, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Krefeld, Neuer Weg 106 28 071
Imbusch, Ewald, Dr.-Ing., Langenbielau, Friedhofstr. 2 34 098
Iven, Alfons, kaufm. Direktor, Siegen, Koblenzer Str. 30 25 051
Klein, Ferdinand, Obergeringenieur, Essen, An St. Stephan 3 41 161
Kniesz, Leopold, Obergeringenieur, Dresden A 16, Anton-Graff-Straße 31 18 056
Kollmann, Adolf, Bergwerksdirektor a. D., Essen-Steele, Postfach 91 07 050
Kolmann, Benno, Dipl.-Ing., Beuthen (Oberschles.), Ostlandstraße 39a 42 187
Kraetsch, Walter, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Wien 4, Tilgnerstraße 4 43 185
Lechner, Ernst, Dipl.-Ing., Baurat, Generaldirektor a. D., Rodenkirchen (Rhein), Schlageterstraße 4 94 011
Leopold, Heimo, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Direktor-Stellv., Thörl (b. Aflenz) 36 251
Leydhecker, Emil, Direktor, Gleiwitz, Teuchertstr. 11a 42 279
Lütke, Heinrich, Dr.-Ing., Wehrwirtschaftsführer, Vorstandsmitglied und Betriebsführer, Schwerte (Ruhr), Rosenweg 30 11 094
Martin, Wilhelm, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Fünfteichen über Breslau 1, Ingenieurbaracke 43 069
Mattel, Heinrich, Dipl.-Ing., Betriebschef, Königshütte-Bismarck (Oberschles.), Richthofenstraße 44 40 118
Mielsch, Emil, Geschäftsführer, Köln-Bickendorf, Klaus-Clemens-Straße 44 35 364
Moser, Leopold, Dipl.-Ing., Schönwalde über Velten (Mark), Wachtelsteig 6 19 074
Neumann, Erich, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Stahlwerkschef, Diemlach (Post Bruck a. d. Mur), Grazer Straße 51 34 149
Nolte, Wilhelm, Ingenieur, Betriebschef, Brandenburg (Havel), Fouquéstraße 6 42 058
Otens, Wilhelm, Obergeringenieur, Abteilungsleiter, Buer (Bz. Osnabrück), Meller Straße 159 35 410
Petry, Georg, Fabrikdirektor i. R., Zusmarshausen (b. Augsburg), Wertinger Straße 28^{1/5} 25 089
Platzer, Franz, Dr.-Ing., o. Professor, Leoben, Kerschbaumersstraße 3 37 333
Rave, Wolfgang, Dipl.-Ing., Regierungsbaurat, Berlin-Lichterfelde-Ost, Ferdinandstraße 21 35 434
Reckmann, Alfred, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Lübeck-Herrenwyk, Hochofenstraße 11 27 218
Röntgen, Carl Otto, Direktor, Bensberg, Parkstraße 34 25 102
Schetelig, Claudio, Dipl.-Ing., Schönheide (Erzgeb.), Hermann-Göring-Straße 43 11 133
Schimmelbusch, Heinz E., Dipl.-Ing., Direktor, Frankfurt (Main) 17, Beethovenstraße 14 37 391
Schluck, Emil, Dipl.-Ing., Direktor i. R., Aurach (b. Kitzbühel/Tirol), Achenhaus 03 031
Schmerbeck, Albert, Betriebsleiter, Kneuttingen-Nilvingen (Westm.), Adolf-Hitler-Straße 20 26 092
Schmidthuysen, Peter, Dipl.-Ing., Sohrau (Oberschles.), Ziegeleistraße 20 32 070
Schneider, August, Direktor, Berlin-Zehlendorf, Feldfichten 52 41 035
Schneider, Heinrich, Ingenieur, Mülheim (Ruhr) - Speldorf, Prinzenhöhe 43 41 358
Schoop, Josef, Ingenieur, Engers (Rhein), Sayner Straße 40 032
Schreckenbach, Paul, Werksdirektor, Schloß Lichtenwalde (b. Chemnitz) 29 176
Schultz, Moritz, Dr. phil., Dr.-Ing. E. h., Fabrikdirektor a. D., Gleiwitz, Breslauer Straße 15 00 051

Gestorben:

Schwarz, Walter, Dr.-Ing., Obergeringenieur, Krakau. * 30. 6. 1905, † 31. 10. 1943. 40 129
Tintelnot, Richard, Bergassessor, Generaldirektor, Hermsdorf über Waldenburg (Schles.). * 12. 4. 1889, † 3. 10. 1943. 34 211