

# 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 8

19. FEBRUAR 1942

62. JAHRGANG

### Die Wärmeausnutzung in industriellen Ofenanlagen.

Von Hellmuth Schwiedeßen in Düsseldorf.

[Mitteilung Nr. 299 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.\*.]

*(Das Aufgabengebiet des Wärmeingenieurs. Der Anteil der Nutzwärme an der Brennstoffwärme verschiedener Ofenanlagen. Größenordnung und Verbesserungsmöglichkeiten des Anteils der Uebertragungswärme an der Brennstoffwärme. Größenordnung und Verbesserungsmöglichkeiten des Anteils der Nutzwärme an der Uebertragungswärme. Möglichkeiten zur Verminderung des Nutzwärmebedarfs. Forderungen an Bau und Betrieb von Ofenanlagen.)*

#### Das Aufgabengebiet des Wärmeingenieurs.

In Fachkreisen ist schon oft die Ansicht geäußert worden, daß es durchaus möglich ist, den Brennstoffverbrauch vieler Oefen der eisenerzeugenden Betriebe um 10 bis 15 % und der eisenverarbeitenden Betriebe um 30 bis 40 % zu senken. Die Senkung bedingt natürlich eine weitgehende Ausnutzung aller Ersparnismöglichkeiten oder, besser gesagt, eine ganz energische Bekämpfung aller vermeidbaren Verluste an den einzelnen Ofenanlagen. Dabei ist jeder noch so kleine Wärmeverbraucher gleich wichtig; denn auch dieser trägt dazu bei, den Brennstoffverbrauch des ganzen Betriebes zu senken. Damit ist noch der Vorteil verknüpft, daß meist im gleichen Maße wie der Wärmeverbrauch auch der Anteil der Brennstoffkosten an den Selbstkosten abnimmt, der nicht unbedeutend ist. Obgleich dies ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist, darf er aber nicht allein ausschlaggebend für die Zweckmäßigkeit einer Wärmeersparniswirtschaft sein. In der heutigen Zeit muß unter allen Umständen Brennstoff gespart werden. Deshalb sollte es sich jeder Wärmeingenieur zur Pflicht machen, den Verbrauch in den ihm unterstellten Ofenanlagen durch geeignete Maßnahmen soweit wie möglich zu senken. Das ist heute das vordringlichste und wichtigste Aufgabengebiet des Wärmeingenieurs.

Die Tätigkeit mancher Wärmeingenieure beschränkt sich vielfach darauf, mit Fleiß und Gewissenhaftigkeit den Anteil der Brennstoffkosten an den Selbstkosten genau festzustellen, die Meßwerkzeuge und den Streifendienst zu pflegen, ohne genügende Kritik an den Werten zu üben, und Maßnahmen zu ergreifen oder anzuordnen, die Wärmeverbrauchswerte herabzusetzen. Wärmeingenieure, deren Tätigkeit sich in der Ermittlung von Zahlen erschöpft, d. h., die sich mit einer seelenlosen Statistik beschäftigen und nicht dynamisch in die Vorgänge eingreifen, sind bestenfalls „Kalorienbuchhalter“, aber keine „Energie“-Ingenieure. Aber nicht allein den Wärmeingenieur trifft die Schuld an vielen nicht wegzuleugnenden Mängeln in der Wärmeenergiewirtschaft, sondern auch andere Betriebsstellen und oft auch die Betriebsleitung. Vielen Vorschlägen und Anordnungen des Wärmeingenieurs wird entgegengehalten, daß dadurch Beeinträchtigungen in der Leistung und Güte hervorgerufen würden, obgleich dies

meist nicht der Fall ist. Oft steht Ansicht gegen Ansicht, und bei solchen Meinungsverschiedenheiten behält dann der recht, der den stärkeren Arm hat, und das ist nicht immer der Wärmeingenieur. Es fehlt auch vielfach an Verständnis für die Größe und Wichtigkeit des Aufgabengebietes des Wärmeingenieurs. Spitznamen, wie „Wärmeonkel“, „Kalorienjäger“, und sonstige nicht wiederzugebende Bezeichnungen verraten, wenn sie auch nicht eines gewissen Humors entbehren, eine etwas geringschätzige Beurteilung seiner Tätigkeit. Somit ist es auch zu verstehen, daß der gute Wille und die guten Absichten mancher Wärmeingenieure untergraben werden.

Der Wärmeingenieur muß nicht nur Verstand und Können für die Ausübung seines Berufes aufweisen, sondern auch Gefühl für die Dinge, die er meistern soll. Er ringt mit den schädlichen Begleiterscheinungen eines Vorganges, der unsichtbar ist. Dazu kommt noch, daß auch die wichtigsten Träger dieser Vorgänge meist gasförmig und damit ebenfalls unsichtbar sind. Er muß also einen Kampf gegen einen unsichtbaren Feind führen. Die richtigen Mittel und Waffen zur Bekämpfung kann er nur dann anwenden, wenn er gewisse Vorstellungen mit den an sich nicht unmittelbar wahrnehmbaren Vorgängen, die zu erhöhtem Wärmeverbrauch führen, verbindet. Eine Ofenanlage mit offenstehenden Türen, Rissen im Mauerwerk, vielen unnötigen Oeffnungen muß ihm vorkommen wie ein Sieb. Und ändert er diesen Zustand nicht, so handelt er genau so unvernünftig wie einer, der eine kostbare Flüssigkeit in einem Sieb befördern will. Wenn er vor einem schlecht isolierten Ofen steht, muß er sehen, wie die Wärme durch das Mauerwerk fließt wie Wasser durch ein Filter. Einem Ofenmann, der den Ofen mit Gasüberschuß betreibt, muß er klarmachen, daß er eigentlich genau dasselbe macht wie ein verantwortungsloser Mensch, der das halbe Essen in den Abfalleimer schüttet; einen Betriebsmann, der große Oefen mit kleiner Leistung betreibt, sollte man fragen, ob er auch die Menge eines Glases Schnaps aus einem großen Eimer trinkt oder ob er nicht dabei befürchtet, daß mehr als die Hälfte dieser kostbaren Flüssigkeit an den Wandungen des Eimers hängenbleibt. So gibt es eine Unmenge mehr oder weniger treffender Vergleiche, um Verlustursachen, die meist mit dem Auge nicht sichtbar sind, sich und anderen klar und greifbar vor Augen zu führen. Ist

\*) Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

man dazu in der Lage, solche Vergleiche anzustellen, dann hat man den Beweis einer richtigen Vorstellung von den Vorgängen in einer Ofenanlage erbracht. Dann hat man aber auch dem Feind die Tarnkappe abgerissen, und es ist nun wesentlich leichter, diesen vorher unsichtbaren Feind zu bekämpfen.

Das Streben des Wärmeingenieurs ist also darauf zu richten, den Wärmeaustausch zwischen Heizgasstrom und Ofenanlage zu verbessern und dafür zu sorgen, daß möglichst viel dieser in der Ofenanlage abgegebenen Wärme dem Wärmgut zugeführt wird. Die Aufgabe der Wärmelenkung lautet: „Den unsichtbaren Fluß der Wärme dorthin zu leiten, wo man ihn haben will, und dort abzdämmen, wo man die Wärme, die sich dieser Lenkung stets zu entziehen sucht, nicht haben will!“ Obgleich in den letzten Jahren sowohl im Schrifttum als auch durch Vorträge das Gebiet der Wärmersparnismöglichkeiten eingehend behandelt worden ist und dem strebsamen Wärmeingenieur damit Richtlinien gegeben sind, sollen noch einmal, von einem anderen Gesichtswinkel aus betrachtet, und zwar durch Vergleich von Ofenanlagen verschiedener Bau- und Betriebsweise, die Ursachen überhöhten Wärmeverbrauchs und Verbesserungsmöglichkeiten angeführt werden.

In den folgenden Ausführungen werden verschiedentlich Bezeichnungen gebraucht, deren Bedeutung nicht einheitlich ist, ferner Ausdrücke, mit denen im Zusammenhang des hier behandelten Stoffes ein ganz bestimmt umgrenzter Begriff verknüpft ist. Um das Verständnis der Ausführungen zu erleichtern und Irrtümer zu vermeiden, werden diese Bezeichnungen näher erläutert.

**Abgaswärme:** Abgaswärme ist die Summe aus fühlbarer und (unverwertbarer) chemischer Wärme des aus der Ofenanlage abziehenden und ausflamenden Heizgasstromes (= Abgasstrom). Als unverwertbar wird die chemische Wärme angesehen, wenn der Heizwert des Abgases unter  $H_u = 500$  bis  $600$  kcal je  $Nm^3$  liegt. Mithin enthält das Abgas des Hochofens (gleich Hochofengas) mit einem mittleren Heizwert von  $H_u =$  rd.  $950$  kcal je  $Nm^3$  verwertbare chemische Wärme, während das Abgas des Kupolofens mit  $H_u =$  rd.  $350$  bis  $400$  kcal je  $Nm^3$  sowie das aller Schmelz-, Wärm- und Glühöfen mit unvollkommener Verbrennung keine verwertbare chemische Wärme enthält.

**Brennstoffwärme:** Brennstoffwärme ist die Summe aus chemischer Wärme des Brennstoffes und fühlbarer Wärme des Brennstoffes und der Luft, soweit die Vorwärmung nicht durch Ausnutzung der fühlbaren Wärme des Abgases dieser Brennstoffwärme erfolgt. Somit ist beim Hochofen die Brennstoffwärme gleich der Summe der durch den Koks und den Heißwind zugeführten Wärme, da der Heißwind nicht durch Vorwärmung aus der fühlbaren Abgaswärme, sondern aus Wärmemengen, die durch Verbrennung des Hochofengases entstehen, erzeugt wird. Dagegen ist beim Siemens-Martin-Ofen die fühlbare Wärme, die in den Kammern dem Brennstoff und der Luft zugeführt wird, kein Teil der Brennstoffwärme.

**Heizgasstrom:** Heizgasstrom ist der durch die Ofenanlage fließende Strom der Verbrennungserzeugnisse, der durch Konvektion und Strahlung gleichzeitig Nutzwärme und Verlustwärme abgibt. Gibt er nur noch Verlustwärme ab, z. B. im Kanal und im Schornstein, so wird er mit „Abgasstrom“ bezeichnet. Die vielfach übliche Bezeichnung „Rauchgas“ sollte ausgemerzt werden, da diese Bezeichnung eine unvollkommene Verbrennung ausdrückt und aus der Beheizung von Industrieöfen mit Kohlen herrührt, bei der die nur teilweise verbrannten Verbrennungsgase sehr rauchhaltig sind.

**Heizfläche:** Heizfläche ganz allgemein ist die Oberfläche von Körpern, die Wärme vom Heizgasstrom durch Konvektion und Strahlung aufnehmen und diese nach innen ableiten. Heizflächen in einer Ofenanlage sind die Oberflächen des Wärmgutes, die Innenwandungen des Ofenraumes, der Heizgas- und Abgaskanäle, die Oberflächen von Kühlelementen, Rekuperatoren und der Steingitter in Regeneratoren sowie die Oberflächen von Wasserrohren, Dampfrohren und Trommeln bei Kesseln. Auch Öffnungen der Ofenanlage, wie Tür- und Schauöffnungen, fallen unter den Begriff Heizfläche, soweit durch sie Wärme durch

Strahlung an Gegenstände der Umgebung der Ofenanlage übertragen wird. Die Heizflächen werden unterteilt in Nutzheizflächen und Verlustheizflächen. Ausgesprochene Nutzheizflächen sind die Oberflächen des Wärmgutes, die Oberflächen der Rohre und Trommeln von Kesseln usw. Als Hilfsnutzheizfläche kann man die Oberfläche von Rekuperatorelementen und Steingittern in Regeneratoren bezeichnen. Ausgesprochene Verlustheizflächen sind die Oberflächen von Kühlelementen, Kühlschienen und die Strahlungsflächen von Öffnungen in der Ofenanlage. Eine Mittelstellung nehmen die Innenwandungen der Ofenanlagen ein. Sie strahlen einen Teil der vom Heizgasstrom aufgenommenen Wärme an das Wärmgut ab, den Rest speichern sie oder führen ihn durch Leitungen nach außen als Verlust ab. Ausgesprochene Verlustheizflächen sind sie nur dann, wenn in ihrem Strahlungsbereich keine Nutzheizfläche liegt. Das ist z. B. der Fall bei Verbindungskanälen zwischen Hauptofenanlage und Abgaswärmeverwertern, wie Rekuperator, Regenerator und Abhitzekeessel.

**Nutzwärme:** Als Nutzwärme nach W. Heiligenstaedt wird die Wärme bezeichnet, die dem Wärmgut durch die Brennstoffwärme zugeführt wird, damit der beabsichtigte Fabrikationsvorgang durchführbar ist. Sie deckt den Wärmebedarf der Temperaturerhöhung, der Zustandsänderung und der chemischen Reaktion. Nach dieser Kennzeichnung ist beispielsweise die Nutzwärme bei der Erwärmung von festem Stahl nicht gleich der Wärmehaltssteigerung des Stahles während des Erwärmungsvorgangs, sondern vermindert um diejenige Wärmemenge, die durch den Abbrand zugeführt wird. Ebenso ist bei Bestimmung der Nutzwärme der Roheisen- und Stahlerzeugung nicht der Wärmehalt des abgestochenen Roheisens oder Rohstahls, sondern die Summe aller Wärmeausgaben für die notwendigen Reduktions- und Erwärmungsvorgänge anzusehen. Bei den hier angestellten Betrachtungen wird als Nutzwärme nicht nur die in der Hauptofenanlage dem Wärmgut zugeführte Wärmemenge angesehen, sondern auch diejenige Wärmemenge, die beispielsweise in Abhitzekeesseln bei der Dampferzeugung ausgenutzt wird oder bei durch das Abgas von Hauptofenanlagen beheizten Glüh- und Trockenöfen dem Glüh- und Trockengut zugeführt wird. Auch der Heizwert des Gichtgases ist in diesem Sinne als Nutzwärme anzusehen.

**Ofenanlage:** Unter den Begriff „Ofenanlage“ fallen alle Einrichtungen, in denen ein Heizgasstrom Nutzwärme abgibt. Entsprechend der Begriffsbestimmung für Nutzwärme gehört also zum Begriff „Ofenanlage“ nicht nur die Hauptofenanlage, z. B. der Oberofen eines Siemens-Martin-Ofens oder der Stoß- und Schweißherd eines Blockwärmofens, sondern auch die Regenerator- und Rekuperatoranlage sowie gegebenenfalls der Abhitzekeessel, die in ihrer Gesamtheit als Nebenofenanlage bezeichnet werden. Schließlich fallen unter den Begriff „Nebenofenanlage“ auch noch solche Ofenanlagen, die durch Abgas irgendeiner Hauptofenanlage beheizt werden, wie Glüh- und Trockenöfen.

**Uebertragungswärme:** Uebertragungswärme ist diejenige Wärme, die sich aus dem Unterschied der zugeführten Brennstoffwärme und der aus der Ofenanlage abziehenden Abgaswärme ergibt. Diese Wärmemenge wird vom Heizgasstrom durch Strahlung und Konvektion an die Heizflächen der Ofenanlage übertragen.

**Wärmgut:** Als Wärmgut wird ganz allgemein jeder Stoff bezeichnet, der Nutzwärme aufnimmt; z. B. gehört zum Wärmgut auch der Dampf bei Abhitzekeesseln und die Luft bei Wind-erhitzern.

#### Der Anteil der Nutzwärme an der Brennstoffwärme verschiedener Ofenanlagen.

Wenn es überhaupt möglich sein soll, den Brennstoffverbrauch vieler Ofen eisenerzeugender Betriebe um 10 bis 15 % und eisenerzeugender Betriebe sogar noch mehr zu senken, so läßt sich schließen, daß der Anteil der Nutzwärme an der Brennstoffwärme bisher sehr schlecht gewesen sein muß, d. h., da von der Brennstoffwärme außer der Nutzwärme noch die Wand-, Speicher- und Kühlwasser- sowie die Abgasverluste zu decken sind, diese Verluste sehr groß sein müssen. Der Wert des Anteils ist durch das Verhältnis

$$\frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Brennstoffwärme}} = \eta_n$$
 gegeben. Der Wert  $\eta_n$  ist ein Wirkungsgrad, da er ein Maß für die Güte der Brennstoffwärmeausnutzung in bezug auf die Nutzwärme ist. Eine besondere Bezeichnung für diesen Wirkungsgrad wird nicht festgelegt.

Tatsächlich ergibt sich bei Hochofen- und Stahlwerksbetrieben, über die Gesamtheit der deutschen Stahlerzeugung gerechnet, nur ein mittlerer Wert von  $\eta_{\frac{n}{b}} = \text{rd. } 50 \text{ bis } 60 \%$

und bei der Gesamtheit der eisenverarbeitenden Betriebe ein solcher von  $\eta_{\frac{n}{b}} = 20 \text{ bis } 30 \%$ . Angesichts dieser erschreckend niedrigen Größenordnung fragt man sich unwillkürlich: „Ist es denn überhaupt möglich, mit einer von Menschenhand hergestellten Einrichtung Werte von  $\eta_{\frac{n}{b}}$  zu erzielen, die nahe an 1,0 liegen, d. h. bei der die durch Verbrennung frei werdende Wärmemenge nahezu vollständig in Nutzwärme umgewandelt wird?“

Einen Grenzfall stellt das Kalorimeter dar; der Wert  $\eta_{\frac{n}{b}} = 1,0$  ist hier Zweck und Ziel der Vorrichtung. Bei dieser Meßeinrichtung wird sogar die im Verbrennungswasser enthaltene Verdampfungswärme an das Wasserbad abgeführt, so daß, wenn man die an das Wasserbad abgeführte Wärmemenge als Nutzwärme bezeichnet,  $\eta_{\frac{n}{b}}$ , auf den unteren Heizwert des Brennstoffes bezogen, den Wert eins überschreiten kann. Da ein Wirkungsgrad größer als eins unsinnig ist, wird damit die Frage angeschnitten, welcher Heizwert, der obere oder der untere, richtiger für die Ermittlung von  $\eta_{\frac{n}{b}}$  ist. Der

richtigere ist unbestreitbar der obere Heizwert, der auch mit „Verbrennungswärme“ bezeichnet wird. Da aber praktisch selten Fälle auftreten, bei denen die Verdampfungswärme des Verbrennungswassers ebenfalls ausgenutzt wird, soll, dem bisherigen hüttenmännischen Brauch entsprechend, der untere Heizwert ganz allgemein als Grundlage zur Feststellung von Wirkungsgraden dienen. Mit dieser Festlegung hat das Kalorimeter einen Wert  $\eta_{\frac{n}{b}}$ , der beim wasserstoffhaltigen Brennstoff größer ist als eins. Auch Gasbadeöfen, wie sie vielfach in Haushaltungen verwendet werden, haben Werte ähnlicher Größenordnung.  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte, die nahe an den Wert eins herankommen, haben neuzeitliche Dampfkesselanlagen. Hier sind Größenordnungen von 85 bis 90 % keine Seltenheit. Diese hohen  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte sind insofern verständlich, als es sich bei beiden Einrichtungen um Anlagen handelt, die dem Kalorimeter sehr ähnlich sind.

Hohe  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte werden aber auch an manchen Ofenanlagen der Eisenhüttenindustrie erzielt. Der vielfach als Brennstoff-Fresser verschriene Hochofen ergibt, wenn man die im Gichtgas enthaltene chemische Wärme mit als Nutzwärme rechnet, da sie noch fast völlig in nachgeschalteten Betrieben ausgenutzt wird, Werte, die über denen neuzeitlicher Dampfkessel liegen. Aus den Betriebsangaben, die W. Lennings<sup>1)</sup> über die Verhüttung eisenarmer süddeutscher Erze veröffentlicht hat, ergibt sich  $\eta_{\frac{n}{b}} = \text{rd. } 90 \%$ .

Neuzeitlich ausgegitterte Winderhitzer haben  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte in der Größenordnung von 80 bis 82 %. Neuzeitlichste Stoßöfen mit Isolierung, Gemisch- und Ofendruckregelung sowie mit Hochleistungsrekuperatoren weisen im Dauerbetrieb trotz Einbau von wassergekühlten Gleitschienen  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte

von 70 bis 73 % auf, liegen also nahe an Kesselanlagen üblicher Ausführungen. Andererseits überwiegen aber an Stoßöfen und Rollöfen  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte von 28 bis 36 %, das sind Wärme-

gasverbrauchsahlen von 142 bis 185 Nm<sup>3</sup>/t Einsatz. Gering ist auch die Wärmeausnutzung bei Siemens-Martin-Oefen trotz der sehr hohen Gas- und Luftvorwärmung. So ergeben sich bei ferngasbeheizten Oefen  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte von 28 bis 34 %.

Solche von 20 bis 22 % sind aber auch keine Seltenheit. Sehr niedrige  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte werden bei Einsatzöfen mit hoher Arbeitstemperatur ohne Abwärmeausnutzung, z. B. Schmiedeöfen, Tieföfen usw., oder mit langen Wärmzeiten, z. B. Glüh- und Vergüteöfen, erzielt. Hier sind Werte von  $\eta_{\frac{n}{b}} = 15 \text{ bis } 20 \%$  die Regel und solche von 8 bis 10 % keine Seltenheit. Auch Trockenöfen und sonstige Oefen mit niedrigen Arbeitstemperaturen weisen Werte auf, die selten über  $\eta_{\frac{n}{b}} = 50 \%$  gehen, obgleich man annehmen sollte, daß bei diesen geringeren Arbeitstemperaturen bessere Werte erzielt würden.

Aus den angegebenen  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werten einzelner Ofenanlagen ist unschwer ein Zusammenhang zwischen der Höhe dieses Wirkungsgrades und der Bauart und Betriebsweise der Anlage herauszulesen, und zwar liegt  $\eta_{\frac{n}{b}}$  um so höher,

je wärme- und stoffdichter die Anlage und je höher der Durchsatz je Einheit Ofenraum ist. Hochofen, Kessel und Winderhitzer haben hohen Durchsatz; ferner treten in diesen geschlossenen Systemen Falschluff und Ausflammen in nennenswertem Umfange nicht auf; weiterhin haben die Abgase niedrige Temperaturen. Einsatzöfen, wie Schmiedeöfen und Siemens-Martin-Oefen, haben meist schlecht schließende Türen, das Heizgas flammt aus Rissen und Undichtheiten aus oder wird durch einziehende Falschluff in seinem Vermögen, Wärme zu übertragen, herabgesetzt. Weiterhin ist der Durchsatz je Ofenraumeinheit kleiner und die Abgastemperatur wesentlich größer als bei Hochofen und Winderhitzern. Glüh- und Vergüteöfen haben trotz niedriger Abgastemperatur schlechte  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte, weil meist nur am Anfang der Beheizungszeit Nutzwärme erforderlich ist; gegen Ende dient der zugeführte Brennstoff fast ausschließlich zur Deckung der Außenverluste, d. h. nur zur Aufrechterhaltung der Temperatur im Arbeitsraum. Der „Durchsatz“ ist hier besonders gering.

Noch klarer treten die Zusammenhänge zwischen der Höhe des  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Wertes und der Art der Anlage zutage, wenn man  $\eta_{\frac{n}{b}}$  in zwei Anteile zergliedert, und zwar

in den Anteil der vom Heizgasstrom an die Ofenanlage einschließlich des Wärmeguts übertragenen Wärme zur Brennstoffwärme und

in den Anteil der Nutzwärme zu der vom Heizgasstrom an die Ofenanlage einschließlich des Wärmeguts übertragenen Wärme.

Bezeichnet man die vom Heizgasstrom an die Ofenanlage einschließlich des Wärmeguts übertragene Wärme mit Uebertragungswärme, so ist der Wert des ersten Anteils durch das Verhältnis  $\frac{\text{Uebertragungswärme}}{\text{Brennstoffwärme}} = \eta_{\frac{u}{b}}$  und der Wert des zweiten Anteils durch das Verhältnis  $\frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Uebertragungswärme}} = \eta_{\frac{n}{u}}$  gegeben.

Die Werte  $\eta_{\frac{u}{b}}$  und  $\eta_{\frac{n}{u}}$  sind ebenfalls Wirkungsgrade wie der Wert  $\eta_{\frac{n}{b}}$ . Auch hier soll keine besondere Be-

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 25/34 u. 52/58 (Hochofenaus-sch. 164).

zeichnung festgelegt werden. Zwischen den drei Wirkungsgraden besteht die Beziehung:

$$\frac{\text{Uebertragungswärme}}{\text{Brennstoffwärme}} \times \frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Uebertragungswärme}} = \frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Brennstoffwärme}}$$

$$\eta_{\frac{a}{b}} \times \eta_{\frac{n}{a}} = \eta_{\frac{n}{b}}$$

Die beiden Werte  $\eta_{\frac{a}{b}}$  und  $\eta_{\frac{n}{a}}$ , deren Produkt den Wert  $\eta_{\frac{n}{b}}$  ergibt, lassen die Ursachen der unterschiedlichen Werte von verschiedenen Ofenanlagen besser hervortreten und auch einen Vergleich mit elektrisch beheizten Oefen zu. In dem Wert  $\eta_{\frac{a}{b}}$  kommen Güte des Brennstoffs, Güte der Verbrennung, wie Luftüberschuß, Gasüberschuß, Falschluff und Ausflammgase, sowie Güte und Größe der dem Heizgasstrom gebotenen wärmeaufnehmenden Flächen zum Ausdruck. Der Wert  $\eta_{\frac{n}{a}}$  kennzeichnet Leistung und Güte der Heizflächen des Wärmegutes zu denen der Ofenanlage einschließlich Wärmeguts. Bei elektrisch beheizten Oefen ist  $\eta_{\frac{a}{b}} = 1,0$ , da alle Stromwärme an die Ofenanlage übertragen wird. Damit wird  $\eta_{\frac{n}{a}} = \eta_{\frac{n}{b}}$ , d. h. der Wert  $\eta_{\frac{n}{b}}$  eines strombeheizten Ofens kann mit dem Wert  $\eta_{\frac{n}{a}}$  eines mit Brennstoff beheizten Ofens verglichen werden, da die beiden Werte gleiche Bedeutung haben. Weiterhin kann man noch den Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{a}}$  in zwei Teile zerlegen, die die Güte der Anlage und die Güte des Betriebes, d. h. den Einfluß der zeitlichen Ausnutzung und der Belastung, kennzeichnen. Diese Unterteilung soll aber in der weiteren Betrachtung nicht vorgenommen werden.

#### Größenordnung und Verbesserungsmöglichkeiten des Anteils der Uebertragungswärme an der Brennstoffwärme.

Der Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{a}{b}}$  ist, wie schon eingangs erwähnt, das Verhältnis der vom Heizgasstrom innerhalb einer Ofenanlage abgegebenen zu der durch Brennstoff zugeführten Wärme, also ein Maß für die Brennstoffwärmeabgabe. Die vom Heizgasstrom abgegebene Wärme ist durch den Unterschied der vom Brennstoff zugeführten und der durch Abgas und Ausflammgase abgeführten Wärme gegeben; somit ist auch  $\eta_{\frac{a}{b}} = \frac{\text{Brennstoffwärme} - \text{Abgaswärme}}{\text{Brennstoffwärme}}$ . Dieser Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{a}{b}}$  ist gleichbedeutend dem sogenannten „feuerungstechnischen Wirkungsgrad“, nur mit dem Unterschied, daß beim feuerungstechnischen Wirkungsgrad als Abgaswärme die Wärmemenge eingesetzt wird, die sich aus dem Unterschied des Wärmeinhalts der Abgase aus der Hauptofenanlage und dem Wärmeinhalt der Luft- und Gasmenge, die durch dieses Abgas vorgewärmt wird, ergibt.

Bei einem Kalorimeter ist die Brennstoffwärmeabgabe 100prozentig, da die Abgase mit Raumtemperatur die Anlagen verlassen. Ebenfalls sehr hoch ist der  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wert von neuzeitlichen Dampfkesseln und Winderhitzern, bei denen die Abgase Temperaturen von etwa 120° aufweisen. Er liegt bei  $\eta_{\frac{a}{b}} = 93$  bis 95 %. Gut betriebene Stoßöfen, mit Hochleistungsrekuperatoren ausgerüstet, haben  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Werte von 83 bis 85 %. Dagegen sinkt er bei schlecht geführten Oefen ohne Luftvorwärmung auf 58 bis 60 % und noch weniger. Bei Siemens-Martin-Oefen ist der  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wert trotz der sehr hohen Luft- und Gasvorwärmung gering. Er liegt bei 55 bis

65 %. Erschreckend niedrig ist er bei Schmiedeöfen ohne Luftvorwärmung. Hier können bestenfalls Werte von 35 bis 40 % erreicht werden. Bei solchen Hochtemperaturöfen ist jedoch eine beachtliche Steigerung dieses Wertes nur durch Einbau von Abhitzekesseln möglich. Auffallend gering ist auch die Brennstoffwärmeabgabe in den meisten Glüh-, Vergüte-, Anlaß- und Trockenöfen, also Anlagen mittlerer und niedriger Arbeitstemperatur. Trotz der damit verbundenen niedrigen Abgastemperatur ergeben sich vielfach  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Werte von nur 50 bis 60 %. Die Ursache ist, daß diese Oefen meistens mit hohem Gas- oder Luftüberschuß betrieben werden.

Wichtigste Bedingung für die Erreichung hoher  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Werte ist die Erzielung niedriger Abgastemperaturen, aber nicht etwa durch Zumischung von Falschluff auf dem Wege vom Brenner bis zum Kamin, sondern durch Einschaltung großer und wirksamer Heizflächen, die Nutzwärme in irgendeiner Form aufnehmen. Weshalb haben der Kessel, der Winderhitzer und der Hochofen so gute  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Werte? Der Dampfkessel hat in seinen wasser- und dampfdurchströmten Röhren und Trommeln außerordentlich wirksame und dabei auch große Heizflächen, die dem Heizgasstrom kräftig Wärme entziehen. Der Winderhitzer und der Hochofen haben ebenfalls große Heizflächen. Eine Verminderung des Koksverbrauchs an Hochöfen durch Klassierung des Möllers wird durch die Vergrößerung der Heizfläche, d. h. der Oberfläche des vom Heizgasstrom bespülten Kokes, Erzes und Zuschlages, erreicht. Dadurch vermindert sich infolge verstärkter indirekter Reduktion der Kohlenoxyd Gehalt sowie verstärkter Wärmeabgabe der heißen Gase die Temperatur des abziehenden Gichtgases. Rüstet man einen Wärmofen mit einem Rekuperator aus, so wird durch die Rekuperatorheizfläche die gesamte wärmeaufnehmende Fläche der Anlage vergrößert. Das gleiche gilt für den Einbau von Abhitzekesseln mit ihren äußerst wirksamen Heizflächen. Natürlich wird auch bei Einbau von Kühlelementen die Heizfläche vergrößert oder durch Verringerung der Steinstärke des Mauerwerks seine Heizflächenleistung verstärkt, aber diese Heizflächen sind keine Nutzheizflächen, sondern Verlustheizflächen einer Ofenanlage. Ganz allgemein gilt, je größer und wirksamer die Heizflächen einer Ofenanlage sind, desto niedriger ist die Abgastemperatur. Das Steigen der Temperatur bei Einsatzöfen mit zunehmender Wärmzeit ist auch dahin zu erklären, daß die Wirksamkeit der Nutzheizfläche des Wärmegutes bei gleichbleibender Größe derselben mit zunehmender Wärmespeicherung abnimmt.

Es ist grundfalsch, anzunehmen, daß die Abgastemperatur einer Ofenanlage eine gegebene Größe und z. B. bei Einsatzöfen durch die Höhe der Arbeitstemperatur und bei Durchlauföfen durch die Höhe der Belastung bedingt sei. Dies gilt nur für die Hauptofenanlage. Es kann keiner daran gehindert werden, durch Vorwärmung von Gas und Luft oder durch Einschaltung von Abhitzekesseln die Abgastemperatur der Ofenanlage zu senken, obgleich dabei die Abgastemperatur der Hauptofenanlage wenig beeinflusst wird. Leider sind der Ausnutzung der Abgaswärme durch Rekuperatoren und Regeneratoren Grenzen gesetzt, die sowohl temperatur- als auch mengenmäßig bedingt sind. Bei Metallrekuperatoren können im allgemeinen bei dem augenblicklichen Stand der Werkstoffgüte keine höheren Vorwärmtemperaturen als 750 bis 800° erzielt werden. Bei Steinrekuperatoren und Regeneratoren liegen die Grenzen bei etwa 1350 bis 1400°, wenn man nicht besondere Steine verwenden will. Mengenmäßig ist die Ausnutzung der Abgaswärme durch folgenden Um-

stand bedingt. Die von der Verbrennungsluft aufnehmbare Wärmemenge ist meist wesentlich geringer als die vom Abgas zur Verfügung gestellte Wärme, so daß beispielsweise bei einem wandverlustlosen Rekuperator noch beträchtliche Abgastemperaturen hinter dem Rekuperator auftreten, obgleich die Luft nahe an die Eintrittstemperatur des eintretenden Abgases vorgewärmt wird.

Wärmt man beispielsweise an einem ferngasbeheizten Ofen, dessen Abgastemperatur  $700^{\circ}$  beträgt, die Luft auf  $560^{\circ}$  vor, entsprechend einem Temperaturwirkungsgrad des Rekuperators von 80 %, so sinkt die Abgastemperatur bei verlustlosem Rekuperator von  $700$  auf  $270^{\circ}$ , vorausgesetzt natürlich, daß die gesamte, durch Verbrennung entstandene Abgasmenge dem Rekuperator zugeführt werden kann. Höhere Temperaturwirkungsgrade als 80 % wird man ohne allzu starke Vergrößerung der Heizflächen des Rekuperators nicht erzielen. Man kann also bei ferngasbeheizten Stoßöfen als Grenze der Abgastemperatur hinter dem Rekuperator den Wert von 270 bis  $330^{\circ}$  ansehen.

Bei Siemens-Martin-Öfen ergeben sich noch höhere Werte der Abgastemperatur hinter den Kammern, wie folgendes Beispiel zeigt:

Wird bei einem Siemens-Martin-Ofen die Luft auf  $1200^{\circ}$  vorgewärmt und tritt das Abgas mit einer Temperatur von etwa  $1700^{\circ}$  ein, so beträgt bei wandverlustlosen Kammern die Abgastemperatur beim Austritt aus der Kammer noch  $870^{\circ}$ . Da eine höhere Luftvorwärmung als  $1400^{\circ}$  entsprechend einer Abgastemperatur von  $700^{\circ}$  hinter den Kammern aus Gründen der Steinhaltbarkeit nicht erstrebenswert ist, kann eine weitere Senkung der Abgastemperatur nur durch Einbau von Abhitze-kesseln oder Benutzung der Abgase für Glüh- und Trockenzwecke erfolgen. Mit diesen Abgastemperaturen können in Abhitze-kesseln immer noch etwa 0,8 bis 1 kg Dampf je  $\text{Nm}^3$  Ferngas erzeugt und der  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wirkungsgrad von Siemens-Martin-Öfen auf etwa 85 % gebracht werden.

In der Praxis ist aber die Höchstaussnutzung der Abgase, wie sie in den Beispielen gekennzeichnet wird, nicht möglich, weil Falschlufteintritt auf dem Wege vom Brenner bis zum Abzug in den Kamin eintritt und dadurch die Abgastemperatur stark gesenkt hat. Auch flammen bei undichten Ofenanlagen beträchtliche Teile des Abgases vorher aus, so daß vielfach nur 50 bis 70 % in die nachgeschalteten Rekuperatoren oder Abhitze-kessel eintreten. Diese Betrachtungen zeigen, wie wichtig es ist, die gasführenden Wege dicht zu halten, um Falschlufteintritt und Ausflammverluste zu vermeiden. Hier gilt also auch wieder die Forderung, die Ofenanlagen möglichst stoffdicht zu gestalten. Der Falschlufteintritt und das Ausflammen von Heizgasen müssen unter allen Umständen vermieden werden. Weder im Rekuperator noch im Abhitze-kessel genügen große Wärmemengen, wenn sie niedrige Temperaturen haben, wie sie durch Zumischung von Falschlufteintritt entstehen. Gute Leistung dieser Abhitze-  
verwertungsanlagen wird nur erreicht, wenn die zur Verfügung stehenden Abgastemperaturen der Hauptofenanlage, dem Rekuperator oder der Abhitzeanlage zugute kommen. Nur wenn Werkstofffragen es bedingen, darf eine Kühlung und damit Herabsetzung der Abgastemperatur vor Eintritt in diese Anlage durch Zuführung von Kühlluft durchgeführt werden.

Diese Betrachtungen ergeben also folgende Verbesserungsmöglichkeiten des  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wertes von Ofenanlagen:

Weitgehende Ausnutzung der Abgaswärme zur Vorwärmung von Gas und Luft oder zur Dampferzeugung in Abhitze-kesseln, gegebenenfalls sogar zur Beheizung von Glüh- und Trockenöfen oder sonstigen Einrichtungen mit niedrigen Arbeitstemperaturen. Dazu ist weiterhin erforderlich die Vermeidung des Zutritts von Falschlufteintritt an den Heizgasstrom oder des Austritts von Ausflammgasen aus dem Heizgasstrom vom Brenner bis zum Eintritt in den Schornsteinkanal durch Dichthalten der Heizgaswege und durch

entsprechende Druck- und Zugregelung. Diese erfolgt durch geeignete Kaminschiebersteuerung und durch Schaffung genügender Abzugsquerschnitte. Wo irgend möglich, sollte man das Wärmegut nach dem „Schleusenprinzip“ durch den Ofen führen oder bei Einsatzöfen die Oeffnungen abmauern, dann braucht man keine Druckregelung. Daß unverbrannte Gase zum mindesten in dem nachgeschalteten Teil der Ofenanlagen (Rekuperator und Abhitze-kessel) nicht auftreten dürfen, ist wohl eine Selbstverständlichkeit, schon aus dem Grunde, da sonst schnelle Zerstörungen dieser Anlagen eintreten. Die Abgasanalyse ist eine wertvolle Kontrolle, ob die Heizgaswege dicht und die Verbrennungseinstellung richtig sind.

Alle Forderungen zur Verbesserung des  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wertes gehen auf drei Grundforderungen zurück:

1. Einschaltung großer und wirksamer Heizflächen, die Nutzwärme aufnehmen (Hauptofenanlage, Rekuperator, Abhitze-kessel).
2. Schaffung von Anlagen, die stoffdicht sind (Vermeidung von Oeffnungen, Unter- und Ueberdruck).
3. Luftsatte Verbrennung (Verbrennung ohne Luft- oder Gasüberschuß).

Diesen drei Grundforderungen entsprechen, um es noch einmal zu betonen, der Dampfkessel, der Winderhitzer und der Hochofen sowie Wärmöfen, die mit Rekuperatoren oder Abhitze-kesseln ausgerüstet sind und geregelte Druck- und Zugverhältnisse aufweisen. Werden diese Forderungen erfüllt, so sind bei Eisenhüttenöfen unschwer  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Werte von

75 bis 85 % und darüber zu erreichen. Werte von 50 % und darunter sind im Gegensatz dazu als äußerst mangelhaft zu bezeichnen. Nur bei kleinen Einsatzöfen, bei denen Abhitze-  
verwertungsanlagen, insbesondere Abhitze-kessel, nicht eingebaut werden können, muß man sich mit geringeren Werten begnügen.

#### Größenordnung und Verbesserungsmöglichkeiten des Anteils der Nutzwärme an der Uebertragungswärme.

Mit  $\eta_{\frac{a}{b}}$  war das Verhältnis der Nutzwärme zu der vom Heizgasstrom in der Ofenanlage abgegebenen Wärme (= Uebertragungswärme) gekennzeichnet. Der Begriff „Nutzwärme“ ist in den Vorbemerkungen erklärt. Er umfaßt alle Wärmemengen, die an das Wärmegut der Haupt- und Nebenofenanlagen übertragen werden sowie als verwertbare chemische Wärme im Abgas enthalten sind.

Beginnen wir wieder mit dem Beispiel des Kalorimeters. Bei einem Kalorimeter soll als Nutzwärme die Wärmemenge bezeichnet werden, die an das Wasserbad abgegeben wird. Mit dieser Kennzeichnung ist beim Kalorimeter auch der Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{a}{b}} = \text{rd. } 1,0$ . Bei Winderhitzern bezeichnet

man als Nutzwärme die während des Aufheizens in der Gitterung gespeicherte Wärmemenge. Da außer dieser Nutzwärme nur geringe Wärmemengen von dem den Winderhitzer durchströmenden Heizgasstrom an die Wandungen zur Deckung der Wandverluste abgegeben werden, ist der  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -

Wert des Winderhitzers ebenfalls sehr hoch und liegt bei 95 %, d. h. also, nur 5 % der vom Heizgasstrom im Ofen abgegebenen Wärme gehen nach außen als Wandverlust ab. Beim Siemens-Martin-Ofen liegt der Nutzwärmebedarf bei 350 bis 360 kcal/kg Rohstahl. Als Anhaltswert kann man einen Brennstoffwärmebedarf von 1200 kcal/kg Rohstahl einsetzen mit einem  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wert von etwa 60 %, so daß der  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wert eines Siemens-Martin-Ofens bei 48 bis 50 % liegt.

Durchlauföfen, z. B. Stoßöfen, haben einen Wirkungsgrad von  $\eta_{\frac{n}{u}} = 60$  bis  $80\%$ . Bei gut isolierten Öfen im Dauerbetrieb werden auch Werte bis zu  $90\%$  erreicht. Werden die Öfen schlecht ausgenutzt und nur einschichtig betrieben, so kann der Wirkungsgrad auch Werte von nur  $\eta_{\frac{n}{u}} = 50\%$  und weniger erreichen. Einen sehr geringen Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{u}}$  haben wiederum Schmiede- und Glühöfen, deren Werte bis zu  $30\%$  herab sinken können.

Aus diesen Werten für einzelne Ofenanlagen ist ebenfalls unschwer ein Zusammenhang zwischen der Höhe dieses Wirkungsgrades und der Bauart und Betriebsweise der Ofenanlage herauszulesen, und zwar liegt der Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{u}}$  um so höher, je größer die je Ofenraumeinheit durchgesetzte Menge ist. Ferner ist er um so höher, je wärmedichter das die Ofenanlage bildende Mauerwerk ist. Gute Wirkungsgrade  $\eta_{\frac{n}{u}}$  werden also dann erzielt, wenn die

Leistung eines Ofens, ausgedrückt in kg Durchsatz je  $m^3$  Ofenraum und Stunde oder kg Durchsatz je  $m^2$  Herdfläche und Stunde, möglichst groß ist und wenn bei geringem Durchsatz die je  $m^2$  Ofenaußenfläche und Kühlwasserfläche (kurz gesagt: „Verlustheizfläche“) durchgehende Wärmemenge möglichst klein ist; mit anderen Worten, wenn man die Ofenaußenflächen weitgehend isoliert. Betrachtet man beispielsweise einen Stoßofen, so kann dieser bei gut geleitetem Betrieb eine Leistung von etwa  $150$  bis  $200$  kg/ $m^2$  Herdfläche und Kalenderstunde im Monatsmittel erreichen. Ist dieser Ofen außerdem gut isoliert, so betragen die Wandverluste je Kalenderstunde etwa  $5000$  bis  $6000$  kcal je  $m^2$  Herdfläche. Mithin ist bei einem solchen Stoßofen der Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{u}} = 85$  bis  $87\%$ . Dagegen sinkt vielfach bei schlechter

Ausnutzung von Ofenanlagen die Herdflächenleistung auf etwa  $75$  kg/ $m^2$  Heizfläche und Kalenderstunde, und außerdem betragen die Wandverluste wegen Fehlens jeglicher Isolierung je Kalenderstunde etwa  $10\,000$  kcal/ $m^2$  Herdfläche statt  $5000$  kcal/ $m^2$ . So gebaute und betriebene Öfen ergeben einen Wirkungsgrad von nur  $\eta_{\frac{n}{u}} = 60$  bis  $64\%$ . Je geringer eine Ofenanlage ausgenutzt wird, desto besser muß sie isoliert sein, um die anteiligen Wandverluste herabzusetzen. Eine weitere Bedingung ist aber auch noch, daß die Öfen während der Leerlauf- und Stillstandszeit nicht zu stark abkühlen, was durch gutes Abschiebern und Schließen aller Türen sowie geringe Speichermassen erreicht werden kann.

Für den Aufbau einer Ofenanlage ergeben sich hieraus noch folgende Gesichtspunkte:

Es ist beispielsweise grundfalsch, einen Glühofen, der zumeist noch mit Unterbrechung betrieben wird, aus Schamottesteinen aufzubauen, die eine große Wärmeaufnahme-fähigkeit haben und dazu noch die Wärme nach außen gut ableiten. Ebenso kann es aber auch falsch sein, beispielsweise Schmiedeöfen mit fahrbarem Herd, die mit Unterbrechungen arbeiten, durch eine hintermauerte Schicht aus Leichtsteinen zu isolieren, da dann die Speicherfähigkeit des aus Schamotte bestehenden Kernmauerwerks sehr zunimmt, und diese Speicherwärme während der Stillstandszeit durch die meist unvermeidbare oder nicht vermiedene Innenauskühlung verlorengeht. Grundsätzlich ergeben sich für die Erzielung eines guten  $\eta_{\frac{n}{u}}$ -Wirkungsgrades zwei Forderungen:

1. den Ofen wärmedicht zu bauen (Isolierung von Wänden, Gewölbe und Türen),

2. das Verhältnis der Heizflächen, die Nutzwärme aufnehmen, zu den Heizflächen, die Verlustwärme abführen, möglichst groß zu gestalten. (Hoher Durchsatz je Raum- oder Flächeneinheit der Ofenanlage.)

Diesen beiden Grundforderungen entsprechen in hohem Maße der Dampfkessel, der Winderhitzer und der Hochofen, besonders was die zweite Grundforderung angeht; denn bei diesen drei Ofenarten, obwohl sie an sich grundverschieden sind, sind Heizflächen, die Nutzwärme aufnehmen, wie Rohre und Trommeln im Kessel, das Gitterwerk im Winderhitzer und der Möller im Hochofen, um ein Vielfaches größer als die Heizflächen, die Wärme nach außen abführen, die bei allen drei Ofenarten durch das Außenmauerwerk gegeben sind. Bei Stoßöfen liegt das Verhältnis dieser Heizflächen aber schon bei  $0,2$  bis  $0,3$ , d. h. die Nutzheizflächen sind kleiner als die Verlustheizflächen. Bei Schmiedeöfen ist meist das Verhältnis Nutzheizfläche zur Verlustheizfläche noch kleiner als bei Stoßöfen. Hinzu kommt noch, daß mit zunehmender Wärmzeit die Wirksamkeit der Nutzheizfläche, d. h. die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen, abnimmt, und gegen Ende der Wärmzeit nahezu den Wert Null erreicht, so daß die dann dem Ofen zugeführte Wärmemenge nur zur Aufrechterhaltung der Temperatur im Ofenraum dient, d. h. in diesem Zeitpunkt ist der Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{u}}$  gleich Null.

Aehnliche Verhältnisse liegen bei Glühöfen vor. Auch hier nimmt die Wirksamkeit der Nutzheizfläche mit zunehmender Glühzeit ab und erreicht den Wert Null, wenn die Glüh-temperatur erreicht ist. Von diesem Zeitpunkt an dient die zugeführte Brennstoffwärme auch nur noch zur Aufrechterhaltung der Glüh-temperatur im Ofenraum. Mithin ist es erklärlich, daß gerade solche Öfen, bei denen die Wirksamkeit der Nutzheizflächen mit zunehmender Wärmzeit abnimmt, besonders wärmedicht gebaut werden müssen, um den Warmhaltebedarf solcher Ofenanlagen gering zu halten.

#### Möglichkeiten zur Verminderung des Nutzwärmebedarfs.

Außer den bisher angeführten Maßnahmen der Brennstoffverbrauchssenkung, die darauf hinauslaufen, die Außenverluste und Abgasverluste zu vermindern, ist es noch möglich, durch Senkung des Nutzwärmebedarfs den Brennstoffverbrauch zu verkleinern. Wenn auch meist der Nutzwärmebedarf eine gegebene Größe ist, so bieten sich doch, wie folgende Beispiele zeigen, noch manche Wege.

Besonders beim Hochofenbetrieb hat man Erfolge durch entsprechende Vorbereitung des Möllers. Verhüttet man arme deutsche Erze so, wie sie anfallen, so steigt trotz gutem Wirkungsgrad  $\eta_{\frac{n}{b}}$  der Koksverbrauch von etwa  $900$

auf Werte bis zu  $1800$  kg/t Roheisen. Da aber die Leistung eines Hochofens durch die Menge an durchgesetztem Koks begrenzt ist, bedeutet dies, daß dabei die Roheisenerzeugung ungefähr um die Hälfte sinkt. Durch Vorbereitung des Möllers, wie Rösten, Sintern, Kalkbrennen, ist es gelungen, den Koksverbrauch bei der Verhüttung armer deutscher Erze auf Werte von etwa  $1300$  bis  $1350$  kg/t Roheisen zu senken. Die Senkung ist also fast ausschließlich durch Verringerung des Nutzwärmebedarfs eingetreten und nicht etwa durch Verbesserung der Wirkungsgrade  $\eta_{\frac{n}{u}}$  oder  $\eta_{\frac{n}{b}}$ . Dafür treten aber neue Brennstoffverbrauchsstellen an den Röst-, Sinter- und Kalkbrennanlagen auf, so daß wärmen-mengenmäßig vielfach mehr Brennstoff gebraucht wird, dafür aber billiger Abfallbrennstoff, wie Koksgrus und Gichtgas, verwendet werden kann. Diese Tatsache muß besonders betont werden.

In Stahl- und Walzwerksbetrieben kann der Nutzwärmebedarf kaum oder nur in geringem Maße herabgesetzt werden. Die Verminderung liegt eigentlich nur auf dem Gebiete der Ausnutzung noch warmen Einsatzes. Man sollte darauf achten, den Schrott von der Blockschere noch warm auf die Ofenbühne zu schaffen, sowie darauf, daß die Knüppel von der Blockstraße, soweit sie nicht überhaupt in der gleichen Wärme weiter verwalzt werden können, noch warm in die Stoßöfen eingesetzt werden. Ziemlich stark kann der Nutzwärmebedarf in Blechwalzwerken durch verbesserten Fließbetrieb gesenkt werden. Sturzen und Pakete erfordern dann nur eine geringe Nachwärme. Mehr Ersparnis-möglichkeiten bietet der Schmiedebetrieb. Praktische Erfahrungen haben ergeben, daß durch Verbesserung der Vorrichtungsarbeiten und Vervollkommnung der Schmiedewerkzeuge eine starke Verminderung der Anzahl Wärmen zur Herstellung eines Schmiedestückes bestimmter Form erreicht werden kann. Rechnet man die in Glühbetrieben von Glühkisten, Töpfen, Deckblechen usw. aufgespeicherte Wärme zur Nutzwärme, so kann durch Gewichtsverminderung dieser Schutzrichtungen ebenfalls eine ganz beträchtliche Senkung des Nutzwärmebedarfs erzielt werden. Gluhanlagen, in denen das abkühlende Glühgut das neu eingesetzte vorwärmt, nutzen mit Bedacht die Möglichkeit, den Nutzwärmebedarf zu vermindern, aus. Die immer mehr zunehmende Umstellung auf das Kaltwalzen ist eine Ausschaltung von Nutzwärme und damit Brennstoffverbrauch. Der Wärmeverbrauch vom Block bis zum fertigen Blech ist beim Kaltwalzbetrieb praktisch nur noch halb so groß.

#### Forderungen an den Bau und Betrieb von Ofenanlagen.

An industriellen Ofenanlagen sollten  $\eta_{\frac{a}{b}}$ -Wirkungsgrade unter 85 % bald der Vergangenheit angehören, ebenso dürfen  $\eta_{\frac{n}{a}}$ -Wirkungsgrade bei Durchlauföfen den Wert von 80 % und bei Einsatzöfen den Wert von 60 % nicht unterschreiten. Das bedeutet also, daß der  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Wirkungsgrad bei Durchlauföfen mindestens 68 bis 70 % und bei Einsatzöfen mindestens 49 bis 51 % betragen muß. Wenn diese Werte in allen Ofenanlagen der Eisenhüttenindustrie erreicht werden, dann würde der Brennstoffverbrauch in eisenerzeugenden Betrieben um 10 % und in eisenverarbeitenden Betrieben um 40 % gesenkt werden können.

Die Erreichung dieser Werte stellt aber folgende zwölf Forderungen an den Bau und Betrieb von Ofenanlagen:

1. Ausrüstung mit einwandfrei mischenden Brennern.
2. Gemischregelung derart, daß jeder Brenner mit einem gewollten und nicht einem zufällig sich ergebenden Brennstoff-Luft-Verhältnis arbeitet.
3. Druckregelung derart, daß Ausflammgase und Falschluff vermieden werden.
4. Verminderung aller überflüssigen Türen und sonstigen Oeffnungen. Abmauern von Türen und Oeffnungen, die selten oder gar nicht benutzt werden, sowie ständiges Verschmieren von Mauerwerksrissen.
5. Verlustersparendes Ein- und Austragen des Wärmegutes, nötigenfalls durch Schleusen.
6. Verwendung von mechanischen Vorrichtungen zum Oeffnen und Schließen von Türen.
7. Ausnutzung der Abgaswärme durch Einbau von Rekuperatoren und gegebenenfalls durch nachgeschaltete Abhitzeessel in einem solchen Maße, daß die Abgastemperatur hinter dem letzten Abhitzeverwerter höchstens 250 bis 300° beträgt.

8. Weitgehende Vermeidung von wassergekühlten Elementen. Notwendige Elemente sind abzukleiden.
9. Isolierung der Ofenwände derart, daß an keiner Stelle Wärmedurchgangszahlen größer als 1,0 auftreten.
10. Abschieberung des Ofens und Verschmieren der Arbeitstüren bei Pausen, um Innenauskuhlverluste zu vermeiden.
11. Die Ofengröße dem Normaldurchsatz anpassen und nicht dem Höchstdurchsatz.
12. Möglichste Verringerung des Nutzwärmebedarfs.

Entsprechen Anlage und Betrieb eines Ofens diesen zwölf Geboten, so werden  $\eta_{\frac{n}{b}}$ -Werte erzielt werden, die oft noch

geringer sein werden als die oben genannten. Selbstverständlich werden so gebaute und betriebene Oefen wesentlich mehr kosten, aber man sollte sich bei der Anlagekostenfrage immer vor Augen halten, daß die Kosten des jährlich in einer Anlage verbrannten Brennstoffes vielfach das Doppelte der Anlagekosten ausmachen, daß überhaupt der Anteil der Ofenanlagekosten an den Selbstkosten sehr gering ist und für Stoßöfen bei 0,20 bis 0,30  $\mathcal{R}\mathcal{M}/t$  gewärmten Werkstoff liegt. Deshalb sollte man bei einem Ofen nie nach der billigsten Ausführung fragen.

Zum Schluß noch eine Betrachtung. Warum wird im Elektroofenbau ein großer Teil der oben genannten Anforderungen an einen guten Ofenbau und -betrieb erfüllt? Nur, weil der elektrische Strom wärmemengenmäßig das 8- bis 10fache kostet. Würde man den schon von E. Schmalenbach scherzhaft genannten, allerdings dort nicht auf den Ofenbetrieb bezogenen Kunstgriff anwenden und 1 Million kcal Brennstoffwärme nicht mit 3 oder 5  $\mathcal{R}\mathcal{M}$  bewerten, sondern mit 30 oder 50  $\mathcal{R}\mathcal{M}$ , um auch in dieser Hinsicht ohne Rücksicht auf jeden Preisstopp, wenn auch nur buchungsmäßig, die Knappheit des Brennstoffes auszudrücken, so brauchte die vorliegende Arbeit nicht geschrieben zu werden.

#### Zusammenfassung.

Die Wärmeausnutzung in industriellen Ofenanlagen läßt sich unterteilen in vom Heizgasstrom abgegebene Wärmemenge zu Brennstoffwärme und in Nutzwärme zu vom Heizgasstrom abgegebene Wärmemenge. Das Produkt dieser beiden Verhältnisse ist dann Nutzwärme zu Brennstoffwärme. Die Entwicklung dieser drei Verhältniswerte, die Wirkungsgrade darstellen, ermöglicht den Vergleich von Ofenanlagen verschiedener Bauart und Betriebsweise. Aus diesem Vergleich können dann die Ursachen der unterschiedlichen Werte dieser Verhältnisse herausgeschält und Möglichkeiten zu ihrer Verbesserung angeführt werden.

Der Verhältniswert vom Heizgasstrom abgegebene Wärmemenge zu Brennstoffwärmemenge kann verbessert werden, wenn

1. große und wirksame Heizflächen, die Nutzwärme aufnehmen, in die Ofenanlage eingebaut werden,
2. die Anlagen stoffdicht gebaut werden,
3. die Verbrennung des Brennstoffes weder mit Luftüberschuß noch mit Gasüberschuß erfolgt.

Der Verhältniswert Nutzwärme zu in der Ofenanlage abgegebene Wärme wird um so besser, wenn

1. die Ofenwandungen gut isoliert werden,
2. das Verhältnis der Heizflächen, die Nutzwärme aufnehmen, zu den Heizflächen, die Verlustwärme aufnehmen, möglichst groß ist.

An Beispielen wird nachgewiesen, daß Ofenanlagen, die diesen fünf Forderungen in hohem Maße entsprechen, auch sehr gute Verhältniswerte Nutzwärme zu Brennstoffwärme haben. Zum Schluß der Betrachtungen werden zwölf Forderungen an den Bau und Betrieb von Ofenanlagen gestellt.

# Erfolg von Sparmaßnahmen an ferngasbeheizten Wärmöfen.

Von Wilhelm Besse in Hagen.

[Mitteilung Nr. 300 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.<sup>1)</sup>.]

(Schwierigkeiten der Umstellung von mit festen Brennstoffen beheizten Schmiedeöfen auf Ferngas. Senkung des Gasverbrauchs und der Wärmekosten durch verschiedene Maßnahmen. Ergebnisse der Gassparmaßnahmen.)

Im Schmiedebetriebe der Firma Schöneweiss & Co. in Hagen, der vor etwa 2½ Jahren von Kohlen-, Koks- und Oelheizung auf Ferngas umgestellt wurde, stellte sich in der ersten Zeit nach der Umstellung heraus, daß die Ferngasbeheizung der Oefen wesentlich teurer war als die alte Beheizung mit festen und flüssigen Brennstoffen. Selbst unter Berücksichtigung aller Gründe, die zur Einführung des Ferngases führten, wie Leistungssteigerung, Verminderung der Anheizzeit, gute Regelmöglichkeit der Oefen und Sauberkeit des übersichtlicher gewordenen Betriebes, wurden doch diese Annehmlichkeiten zunächst zu teuer erkaufte. Allerdings hatten die Leute in der Bedienung der gasbeheizten Oefen keinerlei Erfahrung und mußten sich erst nach und nach mit dieser Beheizung vertraut machen. Erst durch eine planmäßige Anlernung der Schmiedeleute, bei der vor Zwangsmaßnahmen nicht zurückgeschaut wurde, gelang es, diese davon zu überzeugen, daß z. B. eine über 1 m lang aus dem Ofen schlagende Flamme nicht gerade nötig ist. Man muß aber auch berücksichtigen, daß bei den Mehrbrenneröfen die richtige Einstellung der Verbrennung, d. h. des Verhältnisses von Gas zu Luft und des Druckes viel Zeit und guten Willen erfordert. Meßgeräte waren überhaupt nicht vorhanden und konnten auch nicht so rasch beschafft werden; trotzdem mußte versucht werden, die Wärmekosten zu senken, zumal da die Möglichkeit, erhebliche Gasmengen einzusparen, durchaus gegeben schien, wenn eine planmäßige Ueberwachung der Oefen eingeführt und bei der Untersuchung richtig vorgegangen würde.

Das Werk hat in der Hauptsache kleine und mittelgroße Oefen, die Erzeugung umfaßt Flugzeugteile für den Zellen- und Motorenbau sowie hochwertige Schmiedestücke für die gesamte Fahrzeugindustrie, z. B. Vorderachsen, Achsschenkel, Pleuelstangen, Schaltgabeln, Einfach- und Doppel-Lenkhebel, Schalthebel, Zahnräder, Naben usw. In der Hauptsache handelt es sich dabei um hochlegierte Baustähle. Das Stückgewicht der Gesenkschmiedeteile liegt zwischen 0,2 bis zu 80 kg. Zur Erwärmung dieser Stücke dienen zahlreiche Stangenöfen, Zweikammeröfen und Schmiedestoßöfen.

## Gasverbrauchssenkung durch Druckminderung.

Das Ferngas wird mit einem Vordruck von 6 bis 7 atü angeliefert, der anfangs auf 5000 mm WS heruntergeregelt wurde. Da sich die Ofenleute aber nicht davon abbringen ließen, die Oefen mit gewaltigem Gasüberschuß zu betreiben, wurde als erste Maßnahme der Gasdruck in der Schmiede von 5000 auf 3000 mm WS heruntergeregelt. Anstände des Schmiedebetriebs irgendwelcher Art haben sich bei den einzelnen Oefen nicht ergeben. Der Erfolg war aber da: Die Wärmekosten gingen beträchtlich zurück, denn es war den Ofenleuten die Möglichkeit genommen, mehr Gas zu entnehmen, als zur Erreichung einwandfreier Schmiedetemperaturen erforderlich war.

<sup>1)</sup> Vorgetragen auf der 153. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 7. November 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Später wurde mit dem Vordruck weiter heruntergegangen, zuerst auf 2500 mm WS, ohne eine Beanstandung von irgendeiner Seite. Bild 1 zeigt die Schluckfähigkeit verschiedener Brennergrößen in Abhängigkeit vom Gasvordruck: Während der Brenner der Größe II bei einem Gasvordruck von 5000 mm WS 31,5 Nm<sup>3</sup>/h Ferngas durchläßt, sinkt die Schluckfähigkeit bei einem Vordruck von 2500 mm WS auf 22 Nm<sup>3</sup>/h. Beim Brenner der Größe III sinkt die Schluckfähigkeit von 49 Nm<sup>3</sup> auf 35 Nm<sup>3</sup> und bei der Brennergröße IV von 88 auf 63 Nm<sup>3</sup>/h.

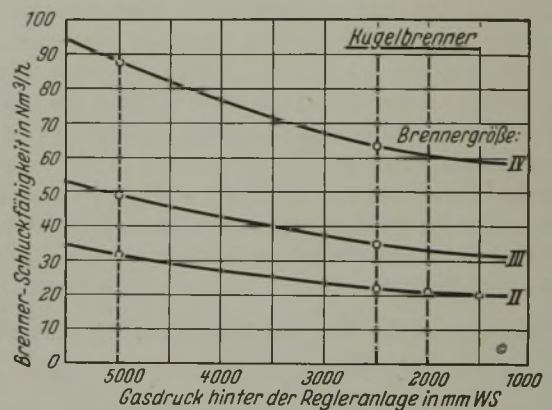


Bild 1. Brennerschluckfähigkeit und Gasvordruck.

Heute arbeitet die Schmiede mit einem Gasdruck von 2000 mm WS. Noch weiter mit dem Vordruck herunterzugehen, hat sich als unzumutbar erwiesen, da bei einem Vordruck von 1500 mm WS z. B. der Brenner der Größe II immer noch 20 Nm<sup>3</sup>/h durchläßt und sich andererseits gezeigt hat, daß durch die Verminderung des Druckes eine stärkere Verschmutzung der Gashähne eintritt. Da sämtliche Hähne aber alle drei Monate nachgesehen werden, fällt bei 2000 mm Druck eine Verschmutzung nicht ins Gewicht. Durch eine weitere Druckverminderung würden in dem für hohe Druckbelastung gebauten Rohrnetz auch wechselnde Geschwindigkeiten auftreten, und die einzelnen Feuerstellen würden sich gegenseitig stören.

## Gasverbrauchssenkung durch Mengemessung.

Als zweite Maßnahme zur Senkung der Wärmekosten wurde an jedem, auch dem kleinsten Ofen, die Gasmengemessung eingeführt, und zwar durch einfache Staurandmessung und U-Rohr-Anzeige. Es zeigte sich, daß dieses einfache und billige Meßgerät in jeder Beziehung genügt. Die Stauränder wurden in eigener Werkstatt angefertigt, nachträglich in die Preßgasleitungen eingebaut; sie können rasch ausgewechselt werden, wenn sich aus irgendwelchen Gründen die an der Entnahmestelle erforderliche Gasmenge wesentlich ändert. Eine Verschmutzung der Stauränder ist bis jetzt nach über 2½-jähriger Betriebszeit nicht eingetreten. An Stelle von U-Rohren wurden an mehreren Oefen Schrägrohr-Differenzdruckmesser aus Plexiglas angebracht; sie haben jedoch den Nachteil, daß sie mit einer Sonderflüssigkeit (nicht mit gefärbtem Wasser) gefüllt werden müssen und verhältnismäßig teuer in der Anschaffung sind. Da das Gerät gleichzeitig für die Gas/Luft-



Einstellung dient, müssen die Blenden so berechnet werden, daß die Flüssigkeitsebenen übereinander liegen, ähnlich wie bei einem Folgezeigergerät. Voraussetzung ist jedoch dabei gleichbleibender Druck des Gases und der Luft.

Nach Anbringung der U-Rohre ergab sich zunächst ein sehr unterschiedliches Bild im Gasverbrauch der einzelnen Oefen im Verhältnis zum Einsatz oder Durchsatz. Verglichen mit den von der „Wärmestelle Düsseldorf“ angegebenen „Anhaltzahlen“ wurde festgestellt, daß der Gasverbrauch der mittleren und kleineren Oefen erschreckend hoch lag. Obwohl die Oefen unter verschiedenartigen Bedingungen arbeiten, konnten doch im Laufe der Zeit gewisse Sollwerte für den Gasverbrauch gefunden werden.

#### Verhütung der Auskühlung der Oefen bei Stillstand.

Die Schmiede arbeitet in zweischichtigem Betrieb, also mit 16stündiger Arbeitszeit. Vor die eigentliche Betriebszeit tritt eine Ofenanheizzeit. Die Oefen kühlen sich während des mehrstündigen Stillstandes stark ab und waren vier Stunden später auf etwa 300° Ofenraumtemperatur heruntergegangen. Obwohl Rauchgasschieber vorhanden waren, wurden sie nicht betätigt, und die kalte Luft konnte so durch die Türen des Ofens, die ebenfalls in den meisten Fällen geöffnet blieben, weiter durch den Ofen in den Abzug ziehen. Auf diese Weise ging während des Stillstandes viel Wärme verloren, die dem Ofen durch frühes Anheizen wieder zugeführt werden mußte. Die Ofenmannschaft wurde daher streng angehalten, Ofentüren und Rauchgasschieber nach Schichtschluß zu schließen. Allein hierdurch wurde erreicht, daß die Oefen nach etwa fünf Stunden noch immerhin 600° Innentemperatur hatten und so die Anheizdauer bei den kleineren und mittleren Oefen um eine Stunde herabgesetzt werden konnte, während bei den großen Oefen, die Anheizzeiten von vier Stunden benötigten, nach der Durchführung dieser Maßnahme zweieinhalb Stunden genügt (Bild 2).

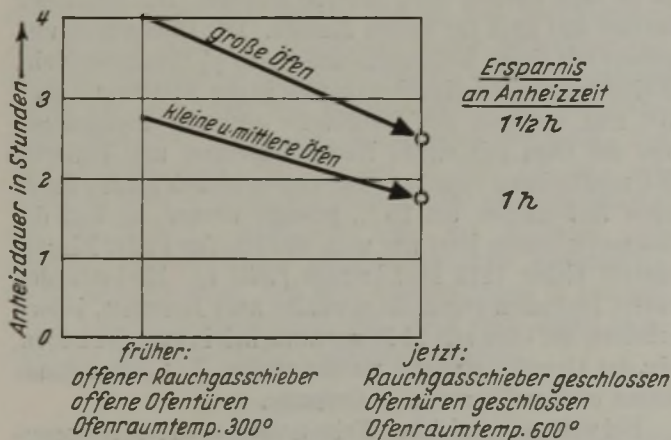


Bild 2. Anheizzeit.

#### Verminderung der Türverluste.

Als weitere Maßnahme wurden Türen, die nur mit einem viertel Stein ausgemauert waren und bei denen viel Wärme verloren ging, mit einem halben Stein ausgemauert. Ferner wurden an allen Oefen, in denen nur abgeschnittene Schmiedestücke erwärmt werden, selbstschließende Türen angebracht, die mit einer Hebelübersetzung durch den Fuß geöffnet werden. Die Türen gleiten nach der Entnahme des Schmiedestückes aus dem Ofen wieder in ihre Anfangsstellung zurück, so daß der Ofen stets gut geschlossen ist, abgesehen davon, daß das Öffnen dieser Türen eine Erleichterung für den Schmied oder Ofenmann ist.

#### Sperreinrichtungen an den Brennern.

Da nun bei einzelnen, wenn auch nur wenigen Ofenleuten alle Ermahnungen und Vorstellungen zur Gaseinsparung nicht halfen, wurde an den Brennern eine vielleicht eigenartige, aber sehr wirksame Maßnahme getroffen, die verhinderte, daß nicht mehr Gas entnommen wurde, als unbedingt notwendig war: Bei diesen Brennern wurden in die halbrunde Brennerskala der Gasventile Löcher gebohrt und Vorhangschlösser angebracht, so daß der Gashebel nur noch bis vor den Bügel des Schlosses aufgedreht werden konnte. Nur wenn der Ofen mehr durchsetzen sollte, wurde das Schloß abgenommen.

#### Genügend weite Rauchgaskanäle.

Bei dem durch die Umstellung auf Ferngas bedingten Umbau der Oefen wurden die Rauchgaskanäle mit wesentlich größerem Querschnitt gemauert, wobei die Querschnitte nach der Rauchgasmenge berechnet wurden. Bei den kleineren Schmiedöfen, die von der Stange arbeiten, soll der Ofendruck + 3/4 mm WS nicht überschreiten, bei den anderen Oefen soll er nicht höher als + 3/4 bis höchstens + 1,5 mm WS sein. Das ergibt Rauchgasgeschwindigkeiten von etwa 6,5 bis 9 m/s im Abgaskanal.

#### Umbau von Oefen.

Besondere Erfolge wurden erreicht durch zweckmäßigere Isolierung der Oefen. So wurde zuerst einmal ein kleiner Stangenofen von 1,35 × 0,8 m<sup>2</sup>, in dem Rundstahl bis zu 40 mm Dmr. auf etwa 1150° erwärmt und von der Stange geschmiedet wird, nach diesen Grundsätzen umgebaut. Der Durchsatz beträgt durchschnittlich 120 bis 140 kg/h. Der Ofen hatte eine Ausmauerung von einem halben Schamottestein mit einer Isolierung von 6 mm Asbestplatten. Da die Herdflächenbelastung bei 270 kg/m<sup>2</sup> und h lag, wurden die Ofenabmessungen nicht verändert. Die Luft wurde bisher durch einen Topfrekuperator auf nur etwa 100° vorgewärmt. Die Warmluftleitung war nicht isoliert. Der Ofen hatte zwei auf einer Seite angebrachte Brenner; der Gasverbrauch betrug 32 Nm<sup>3</sup>/100 kg. Zunächst erhielt der Ofen drei kleinere Brenner, zwei auf der einen und einen auf der gegenüberliegenden Ofenseite, die insgesamt noch 27 Nm<sup>3</sup>/h durchließen, wobei die Wärmeverteilung viel gleichmäßiger als vorher war. Um größere Wandverluste zu vermeiden, die nur den Gasverbrauch erhöhen, wurde der Ofen mit einem halben Isoliersteingemauert und als Schamottemauerwerk 1/4 Schamottestein gewählt, so daß der Ofen ein Mauerwerk von 3/4 Steinen hat. Der Isolierstein soll nach Angabe der Lieferfirma 1200° aushalten. Das Schamottefutter wurde sehr dünn gewählt, damit wenig Wärme aufgespeichert wird. Weiter wurde der Topfrekuperator durch einen Nadelkleinrekuperator (Bild 3) ersetzt und die Warmluftleitung vom Rekuperator zu den Brennern isoliert (Bild 4). An Stelle der früheren Luftvorwärmung von nur 80 bis 100° arbeitet der Ofen jetzt mit im Mittel 300°; diese Temperatur wurde mit Thermochromstiften ermittelt. Der

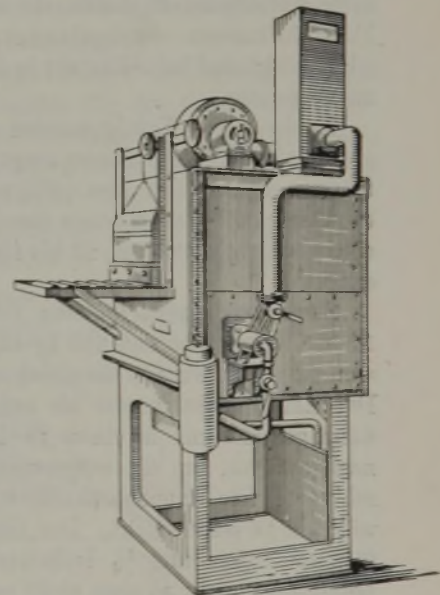


Bild 3. Kleinrekuperator für Schmiedöfen usw.

Gasverbrauch des Ofens betrug nach dem Umbau bei gleicher Leistung 25 Nm<sup>3</sup>/h; das entspricht 21 Nm<sup>3</sup>/100 kg Durchsatz, so daß eine Gasersparnis gegenüber früher von 35 % erreicht wurde. Der bezogene Wärmeverbrauch sank durch die geschilderten Maßnahmen von 1250 auf 820 kcal/kg Durchsatz. Berücksichtigt man, daß die Ofentür dauernd etwa 60 mm weit offenstehen muß, und daß ferner nur Sonderstähle erwärmt werden, die einen höheren Wärmeverbrauch bedingen, so war dieses Ergebnis zufriedenstellend. Die Bedenken, daß Nadelrekuperatoren bei diesen kleinen Öfen unwirtschaftlich sind, wurden durch die erreichte Gasersparnis zerstreut. Rechnet man mit einer Gasersparnis von 5 % je 100° Luftvorwärmung, so kommen in dem eben geschilderten Fall 15 % der Gasersparnis auf die Aufstellung des Nadelrekuperators. Die sehr heißen Abgase müssen durch Falschlufzuführen vor dem Eintritt

messen war, konnte der zu hohe Widerstand nur im Rekuperator liegen, was Druck- und Zugmessungen bestätigten. Es wurde daher ein kurzer Blechabzug auf den Rekuperator aufgesetzt und von der Kaltluftleitung eine 2"-Leitung in den Abzug abgezweigt, die nun, am Austritt auf 20 mm verjüngt, als Injektor wirkt, so daß das Rauchgas jetzt gut abzieht und der Ofen nicht mehr ausflammt. Der Gasverbrauch sank durch diese Maßnahmen bei gleicher Leistung von 31 auf 21 Nm<sup>3</sup>/100 kg, also um 32 %, was einem bezogenen Wärmeverbrauch von nur 415 kcal/kg doppelt eingesetztem Schmiedegut oder 830 kcal/kg kaltem Einsatz gegenüber früher 1220 kcal/kg entspricht (Bild 5).

Ein mit zwei nebeneinanderliegenden Kammern arbeitender Schmeldeofen war mit einem Schamottestein und 1/4 Isolierstein gemauert. Jede Kammer wird für sich mit drei Stirnbrennern beheizt. Die Rauchgaskanäle gingen

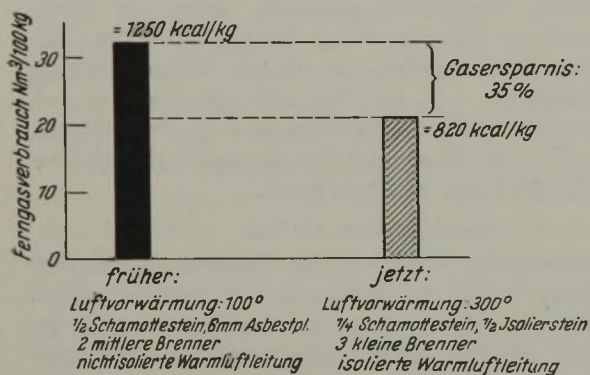


Bild 4.

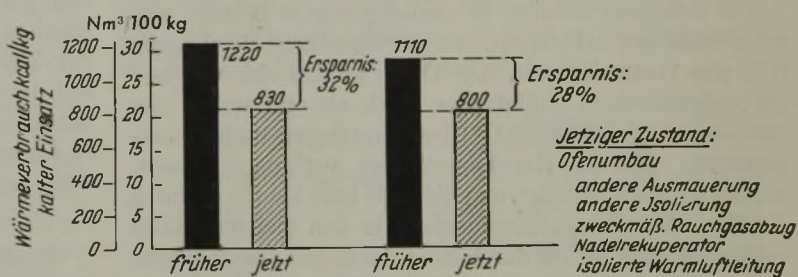


Bild 5.

Bild 6.

Bilder 4 bis 6. Ofenumbau und Ueberwachung I.

in den Rekuperator abgekühlt werden, um Beschädigungen durch Verbrennen der Elemente zu vermeiden. Auf die Falschlufzuführen kann nicht verzichtet werden, da trotz aller Vorsichtsmaßnahmen ein solcher Rekuperator ohne Falschlufzusatz durchgebrannt ist. Abgastemperaturen über 900° sind beim Eintritt in den Rekuperator unbedingt zu vermeiden.

Nach diesem Erfolg wurden sämtliche Stangenöfen in gleicher Weise nacheinander umgebaut. Wenn auch Rekuperatoren nicht sofort beschafft werden konnten, so wurde durchschnittlich doch schon durch die günstigere Isolierung eine Gaseinsparung von 12 bis 15 % ohne Luftvorwärmung erzielt.

Auch bei einem anderen Ofen mittlerer Größe von 1,1 m<sup>2</sup> Herdfläche und 210 kg Durchsatz/h mit zwei Stirnwandbrennern wurden die gleichen Abänderungen getroffen. Der Einsatz wird zuerst bis auf etwa 1050° vorgewärmt, dann gereckt und in einem zweiten Herd auf etwa 1150° nachgewärmt, um die vorgereckten Stücke im Gesenk zu schlagen. Die Rauchgaskanäle waren in der Mitte der Gewölbedecke angebracht. Der Ofen selbst war mit einem Schamottestein und 1/4 Isolierstein gemauert. Trotz allen Bemühungen war es aber nicht möglich, den Gasverbrauch dieses Ofens herunterzudrücken. Der Ofen wurde deshalb umgebaut, und zwar mit 1/2 Isolierstein und 1/2 Schamottestein. In der Mitte des Ofens wurde die Gewölbedecke um 120 mm heruntergezogen, um so eine Hauptwärmzone und eine Vorwärmzone zu erhalten. Aus Platzmangel war es leider nicht möglich, die Vorwärmzone länger zu bauen, um wie beim Stoßofen zu arbeiten. Die Zuführungsluft wird durch einen Nadelrekuperator vorgewärmt, die Warmluftleitungen werden isoliert.

Nach Inbetriebnahme ergab sich aber ein hoher Ueberdruck im Ofen: Wurde die Tür geöffnet, so schlugen lange Flammen heraus. Da der Rauchgaskanal reichlich be-

durch die Mitte der Gewölbedecke. Die in der ersten Herdkammer eingesetzten Knüppel werden bei einer Temperatur von 1050° gezogen und über die Hälfte vorgereckt. In der zweiten Kammer erfolgt dann die Nachwärmung des noch kalten Knüppelteils auf die gleiche Vorrecktemperatur. Während die Tür des ersten Herdes meist geschlossen bleibt, ist sie beim zweiten Herd dauernd geöffnet. Der Durchsatz beträgt 420 kg/h für kalten Einsatz. Der Ofen wurde umgebaut mit einem Isolierstein und einem 1/2 Schamottestein. Weiter wurden die Rauchgaskanäle in der Mittelwand etwa 100 mm oberhalb der Herdfläche getrennt hochgezogen und der Ofen mit einem Nadelrekuperator und isolierter Warmluftleitung versehen. Der Gasverbrauch konnte durch diese Maßnahmen um 28 % gesenkt werden, so daß der Wärmeverbrauch jetzt nur noch 800 kcal/kg kalter Einsatz anstatt bisher 1110 kcal beträgt (Bild 6). Es bestanden zuerst Bedenken gegen die gewählte neue Bauweise, jedoch arbeitete der Ofen seit 14 Monaten täglich in zwei Schichten, ehe das Gewölbe erneuert werden mußte. Die Seitenwände waren noch vollkommen in Ordnung.

Bei weiteren in gleicher Weise umgebauten Zweikammeröfen konnte der Durchsatz um etwa 30 % erhöht werden bei gleicher Gasmenge, wobei an den zugehörigen Hämmern anstatt bisher mit 2 jetzt mit 3 Mann gearbeitet wird.

Ein anderer Zweikammer-Schmeldeofen wurde durch einen Schmiedestofen und einen Nachwärmofen ersetzt. Während bisher beim Vorwärmen im Zweikammerofen stets Wärmepausen entstanden, ist die Leistung des Stoßofens heute so groß, daß gleichmäßig gearbeitet und der Hammer voll ausgenutzt werden kann. Das gereckte Stoßofengut kommt in den Nachwärmofen, wird auf etwa 1150° erwärmt und im Gesenk geschlagen. Der Stoßofen hat eine Herdbreite von 0,65 m und eine Herdlänge von 3 m. Durchgesetzt werden 350 kg/h, was einer Herdflächenbelastung von rd. 200 kg/m<sup>2</sup> h entspricht. Gemauert wurde

der Ofen mit einem 1/2-Isolierstein und einem 1/2-Schamottestein. Ein Nadelrekuperator wärmt die Luft auf etwa 250° vor. Der Ofen hat einen „K“-Brenner der Firma Meyerhofer. Dieser Brenner mit kurzflämmiger Verbrennung hat sich bei den Schmiede-Stoßöfen gut bewährt. Der Nachwärmofen konnte mit 0,6 m<sup>2</sup> Herdfläche sehr klein gehalten werden. Gemauert wurde mit 1/4-Schamottestein und einem 1/2-Isolierstein. Die Luftvorwärmung erfolgt ebenfalls durch Nadelrekuperator; sie liegt bei 300°. Der Wärmeverbrauch für beide Oefen beträgt 665 kcal/kg (kalter) Einsatz; er ist nicht höher als bei dem früheren Zweikammerofen, jedoch ist die Leistung heute um 80 % gesteigert worden (Bild 7).

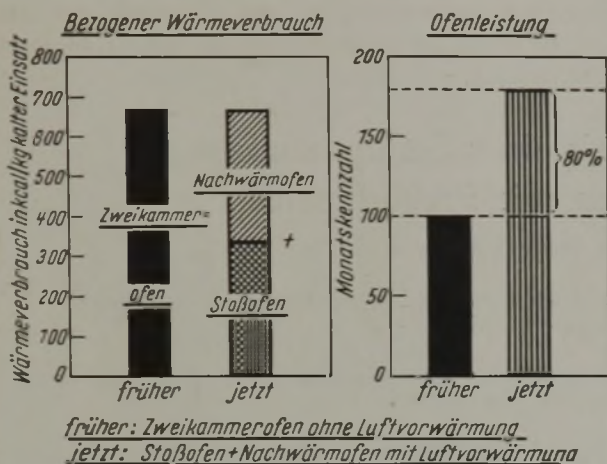


Bild 7. Ofenumbau und Ueberwachung II.

Bei der Umstellung auf Ferngas wurden bei zahlreichen Oefen anfangs nur Ferngasbrenner ohne jede weitere Ofenänderung eingebaut, wobei sich ein überaus hoher Gasverbrauch von rd. 40 Nm<sup>3</sup>/100 kg  $\cong$  1600 kcal/kg ergab. Es zeigte sich, daß diese Art der Umänderung zu grob war. Bei einem früher mit Kohle beheizten Schrittmacherofen, der in einen ferngasbeheizten Stoßofen umgebaut wurde, stellte sich nach dem Umbau heraus, daß der Ofenraum viel zu groß war. Die Herdbreite wurde bedeutend verkleinert, während die Länge beibehalten wurde. Gemauert wurde der Ofen nun mit einem Isolier- und Schamottestein, außerdem wurde ein Rekuperator beschafft. Der Gasverbrauch sank von 40 auf 25 Nm<sup>3</sup>/100 kg, entsprechend einer Wärmeersparnis von 1600 auf 1000 kcal/kg, also um 37,5%. Auch hier wird das Wärmegut vorgewärmt, gereckt, dann nachgewärmt und geschmiedet. Dieses Beispiel zeigt, daß sich Abweichungen in der normalen Herdflächenbelastung nach oben oder unten nachteilig auf den Gasverbrauch auswirken können.

**Zunderbildung.**

Aus qualitativen Gründen wurden sämtliche Oefen des Betriebes mit einem geringen Gasüberschuß bis zu 5 % gefahren. Die Zunderbildung ist bei dieser Einstellung am geringsten. Der geringe Gasmehrverbrauch wird in Kauf genommen. Bei sehr hohen Temperaturen klebte der Zunder jedoch fest am Werkstoff. Bei einem Ofeneinstellungsversuch stellte sich heraus, daß bei einer Luftüberschubzahl von 1,12 die beste Verbrennung vorlag, jedoch zeigte sich ein derartig starker Zunder, daß wieder mit Gasüberschuß gefahren werden mußte.

**Temperaturregler.**

Da der Betrieb sich ursprünglich von dem Gedanken leiten ließ, für sämtliche Oefen eine selbsttätige Temperaturregelung vorzusehen, wurde eine solche versuchsweise für

einen Ofen beschafft. Bei kleinen Schmiedeofen ist die Anbringung jedoch baulich schwierig und in der Anschaffung im Verhältnis zum Ofenpreis sehr teuer. Diese Anlagen dürften daher wohl nur für große Wärmöfen in Betracht kommen, jedoch nicht bei dem Durchschnittsschmiedeofen, zumal da gerade diese Geräte einer laufenden und auch sehr sorgfältigen Ueberwachung bedürfen. Man begnügt sich daher besser mit Thermoelementen, an die einfache Anzeigegeräte angeschlossen sind, nach denen die Ofenleute und Hammerschmiede arbeiten.

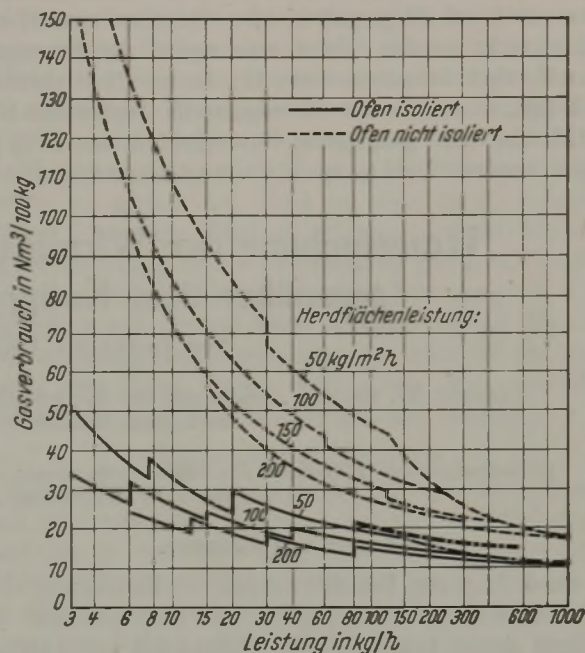
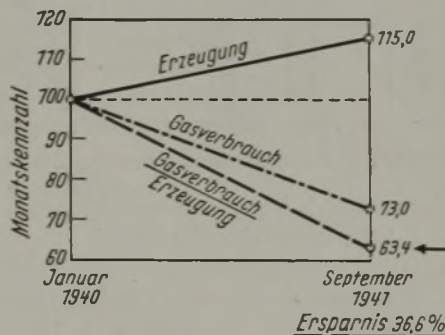


Bild 8. Gas-Sollverbrauch bei Dauerbetrieb in Abhängigkeit von Ofen- und Herdflächenleistung. (Nach W. Heiligenstaedt.)

**Wärmeverbrauch.**

In das von W. Heiligenstaedt<sup>2)</sup> entworfene Schaubild (Bild 8), das Anhaltswerte für den Gasverbrauch in Abhängigkeit von Ofen- und Herdflächenleistung gibt, ist unten der Gasverbrauch der Oefen des beschriebenen Betriebes strichpunktiert eingezeichnet. Wenn diese Kennzahlen etwas höher liegen als die Sollzahlen von Heiligenstaedt, so muß berücksichtigt werden, daß in den meisten Fällen das



**Getroffene Maßnahmen:**

- Ofenüberwachung
- Steigerung der Herdflächenleistung
- höhere Luftvorwärmung
- Ofenausmauerung und -isolierung
- Ofentüren
- Rauchgasschieber

Bild 9. Erfolg der Sparmaßnahmen.

Schmiedegut zweimal erwärmt und erst nach der zweiten Hitze im Gesenk geschlagen wird. Die Zahlen decken sich aber sonst sehr gut mit den Angaben von Heiligenstaedt.

<sup>2)</sup> Gas 12 (1940) S. 53/56.

Zum Schluß sei die Gesamtbilanz der erzielten Einsparung an Ferngas angegeben, indem die Monate Januar 1940 und September 1941 miteinander verglichen wurden. Hierbei sei betont, daß die eingangs geschilderten Maßnahmen vor Januar 1940 erledigt waren. Diese Bilanz gibt somit Aufschluß über die Ersparnismöglichkeiten, die sich durch Umbau der Oefen, Luftvorwärmung, Ueberwachung usw. erzielen lassen.

Setzt man den Gasverbrauch für Januar 1940 mit 100 ein (Bild 9), so ist der Gasverbrauch für den Monat September 1941 auf 73 gesunken, also eine Gasersparnis von 27 % erreicht worden. Setzt man weiter die Erzeugung versandfertiger Schmiedestücke für Januar 1940 ebenfalls gleich 100, so konnte die Erzeugung im September 1941 auf 115, also trotz geringerem Gasverbrauch um 15 % gesteigert werden. Dies entspricht einer Gesamtersparnis an

Ferngas von 37 %, bezogen auf versandfertige Schmiedestücke. Berücksichtigt man nun, daß gerade im letzten Jahr die Verarbeitung von Sonderstählen erheblich zugenommen hat, so zeigt sich, daß sich die getroffenen Sparmaßnahmen schnell bezahlt machten. Betont sei allerdings, daß die beste Gaseinsparung immer noch durch richtige Einstellung des Gas/Luft-Gemisches oder durch richtige Einstellung der gewünschten Ofentemperatur, also durch zweckmäßige Ueberwachung erzielt wird.

#### Zusammenfassung.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die getroffenen Maßnahmen sich voll bewährt haben und die Wärmekosten, ausgedrückt in  $RM/t$  Schmiedeerzeugnis, um rd. 40 % gegenüber der früheren Betriebsweise gesenkt werden konnten.

## Untersuchung der Wirtschaftlichkeit einer Stahlputzmaschine gegenüber dem Knüppelputzen mit Preßluftmeißel.

Von Heinrich Rübmann in Dortmund-Hörde.

[Bericht Nr. 190 des Ausschusses für Betriebswirtschaft, zugleich Bericht Nr. 91 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.<sup>1)</sup>]

(Handputzen und Flämmen. Die Stahlputzmaschine: Bau und Wirkungsweise. Anwendungsbereich. Wirtschaftlichkeit: Ergebnis der Zeitstudien, Leistungsvergleich, Kostenvergleich.)

### Handputzen und Flämmen.

In einem früheren Bericht wurden die Umstellung einer Zurichterei von Handputzen auf Flämmen und die günstigen Auswirkungen dieser Maßnahmen auf Leistung und Kosten gezeigt<sup>2)</sup>.

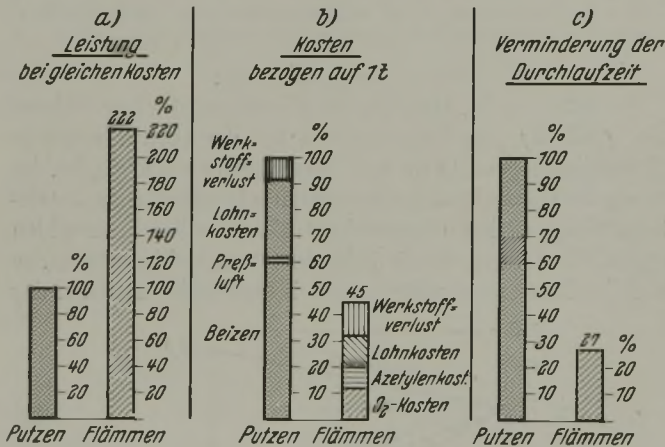


Bild 1. Erfolg der Rationalisierung in einer Zurichterei.

Bild 1 zeigt nochmals kurz das Ergebnis. Setzt man die Leistung, die Kosten und die Durchlaufzeit für das Handputzen gleich 100 %, so steigt beim Flämmen die Leistung auf 222 %. Durch Betriebsverbesserungen und Einarbeiten ist die Leistung inzwischen weiter gestiegen, so daß heute beim Flämmen die Leistungssteigerung gegenüber dem Handputzen ungefähr 260 % beträgt. Dagegen sanken die Kosten auf 45 und die Durchlaufzeit auf 27 %.

Das Flämmen hat den Nachteil, daß es für Stähle mit über 0,30 % C und für alle legierten Stähle nur bedingt brauchbar ist. Es ist zwar vorgeschlagen worden, die legierten Vorblöcke anzuwärmen und dann zu flämmen, um dadurch

die auftretenden Wärmespannungsrisse zu beseitigen. Bedingung hierfür ist, daß die warmen Vorblöcke nach dem Flämmen in einer Ausgleichgrube langsam abkühlen. Das Anwärmen und das langsame Abkühlen ist ohne großen Aufwand möglich. Schwierigkeiten bereitet jedoch die Bearbeitung der heißen Blöcke mit dem Flämmwerkzeug, da dieses mit der Hand durch einen Arbeiter, der ziemlich nahe an dem heißen Block stehen muß, geführt wird. In Amerika gibt es zwar Flämmmaschinen, die selbsttätig arbeiten. Doch haben sich diese in Deutschland nicht eingeführt.

Es bleibt also nur der Weg, die härteren Vorblöcke, Knüppel usw. entweder mit dem Preßluftmeißel zu verputzen oder zu schleifen. Hierzu werden aber viele Arbeitsstunden verbraucht, und die Kosten für das Schleifen oder Handputzen sind dementsprechend hoch.

### Die Stahlputzmaschine.

Man kam daher in Amerika zu der Lösung, das Putzen, das ja dem Hobeln ähnelt, durch eine Hobelbank mit steuerbarem Support ausführen zu lassen; beide werden hydraulisch angetrieben.

Bei der derzeitigen zunehmenden Verlagerung der Stahlherzeugung zum Qualitätsstahl stieg die Putzarbeit gewaltig an. Eine Möglichkeit, diese Arbeit wirtschaftlich durchzuführen, bot eine neuartige Stahlputzmaschine der Bauart Waldrich in Siegen. Nach Besichtigung eines Films, der das Arbeiten dieser Maschine, mit hydraulischem Antrieb und hydraulischer Steuerung, zeigte, wurde die Stahlputzmaschine angeschafft.

### Maschineller Teil.

Die Stahlputzmaschine gleicht in ihrem Aufbau einer Einständerhobelmaschine, die durch besondere Ausbildung des Ständers, des Supports, der elektrischen Ausrüstung und der Verwendung von Sondereinrichtungen zweckentsprechend entworfen wurde (Bild 2). Es erübrigt sich, auf die allgemeinen Konstruktionsmerkmale, wie Kraftübertragung, Ausführung des Bettes und des Tisches, einzugehen. Erwähnt sei nur, daß die Stahlputzmaschine wegen der zu

<sup>1)</sup> Vorgetragen in der 164. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft am 12. Dezember 1941 in Düsseldorf. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>2)</sup> Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 473/78 (Betriebsw.-Aussch. 183).

leistenden Arbeit und der Aufstellung in einem rauen Hüttenwerksbetrieb in ihrem Gesamtaufbau stärker ausgeführt wurde als eine Einständerhobelmaschine gleicher Abmessung. Alle empfindlichen Teile, wie Gleitbahnen,

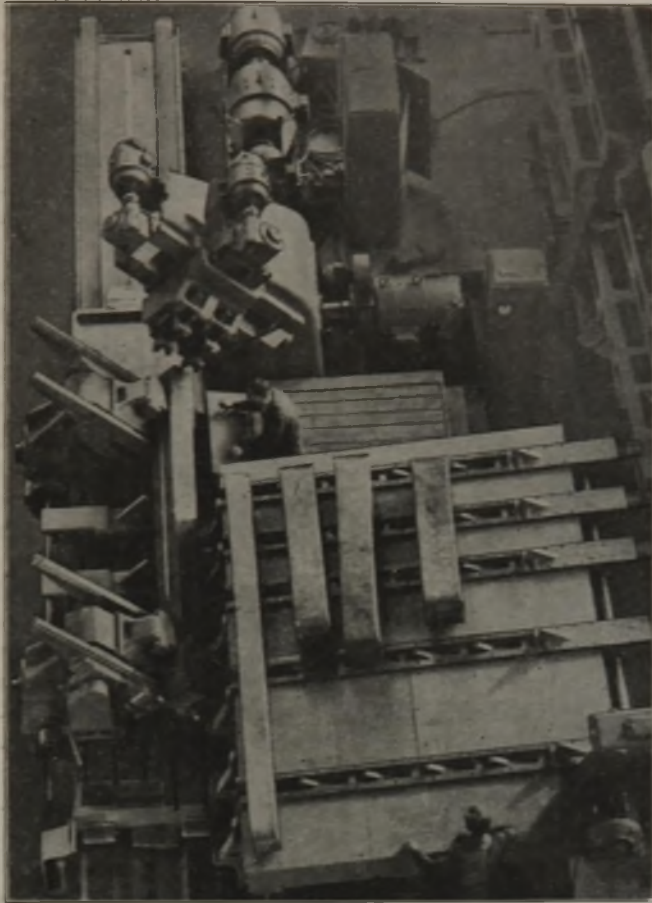


Bild 2. Gesamtansicht der Stahlputzmaschine. (In der Mitte der Bedienungsstand, von dem alle Arbeitsgänge gesteuert werden.)

Elektromotoren usw., sind durch Schutzvorrichtungen gegen Verschmutzung und Beschädigung gesichert. Der in seiner oberen Hälfte um  $45^\circ$  geneigte Ständer (Bild 3) trägt einen kräftigen Support mit zwei Meißelklappen, die zur Aufnahme je eines Flach- und Einstechmeißels eingerichtet sind. Der Support erhält seine Kreuzbewegung durch einen besonderen Elektromotor, so daß er während der Arbeit in jede beliebige Lage gesteuert werden kann.

Zur Aufnahme der Knüppel ist der Tisch mit zwei Spannböcken versehen, die durch Spannschrauben in den Nuten des Tisches befestigt sind. Die Spannböcke sind so ausgeführt, daß die zu bearbeitende Fläche des Knüppels unter  $45^\circ$  geneigt liegt und der Bedienung das Erkennen der Oberflächenfehler erleichtert. Außer dem Spannen haben die Spannböcke die Aufgabe, den Knüppel zu laden, zu wenden und zu entladen. Diese Bewegungen werden selbsttätig durch je einen Motor an den Spannböcken über Schneckengetriebe, Gewindespindel, eine Zahnstange und Hebel ausgeführt. Der Ladehebel kann in jede beliebige Stellung gebracht werden. Bei waagerechter Lage der Hebel erfolgt das Aufschieben der Knüppel von der Ladebühne aus. Die Maschine wird durch Senken der Hebel auf den Tisch beladen. Anschließend erfolgt selbsttätig der Spannvorgang. Um den Knüppel nach der Bearbeitung einer Seite zu wen-

den, genügt ein kurzes Anheben und Senken der Ladehebel. Die an der Ladeeinrichtung angebrachten Wendeeisen kanten beim Senken der Ladehebel den Knüppel um  $90^\circ$ . Ist der Knüppel allseits geputzt, so wird er durch die Ladehebel über die Höhe der Laderampe hochgehoben, so daß der Knüppel abrutscht und hinter die Maschine auf eine geeignete Vorrichtung fällt. Bei dünnen und langen Knüppeln ist es erforderlich, zwischen den Spannböcken noch einen Abstützbock anzubringen, um ein Durchbiegen oder Federn der Knüppel zu verhindern. Ein kleiner Elektromotor schiebt ein keilförmiges Druckstück unter den eingespannten Knüppel und stützt ihn ab. Die Ladeeinrichtung ist neben dem Bedienungsstand auf der Ständerseite angebracht. Auf ihr werden eine Anzahl Knüppel oder Vorblöcke nebeneinander aufgelegt und von Greifern nach der Maschine zu gedrückt. Soll die Maschine beladen werden, so werden der Tisch in seine durch elektrische Schalter festgelegte Endlage gefahren und die Hebel der Spannvorrichtung in die Ladestellung gebracht. Dadurch wird die elektrische Einschaltung der Bewegung der Greifer freigegeben und der vorderste Knüppel auf die Hebel geschoben, die ihn dann durch Absenken zwischen die Spannklaue legen. Der Greifer wird durch einen besonderen Elektromotor vom Bedienungsstand aus betätigt.

#### Elektrischer Antrieb.

Alle Bewegungen der Maschine werden durch den bequem auf einem Stuhl sitzenden Arbeiter vom Bedienungsstand aus in Sichtweite und daher guter Ueberwachung elektrisch gesteuert (Bild 4). Mit den Füßen wird der Vor- und Rücklauf des Arbeitstisches, mit den Händen die Bewegung der Meißel geschaltet. Auch das Lösen, Spannen, Entspannen, Hochheben, Kanten und Wiederaufspannen des Knüppels zur allseitigen Flächenbearbeitung wird durch Druckknopfschaltung in einfachster Weise betätigt.

Hauptantrieb. Der Tisch wird durch einen Gleichstrom-Umkehrmotor in Verbindung mit einem Leonard-

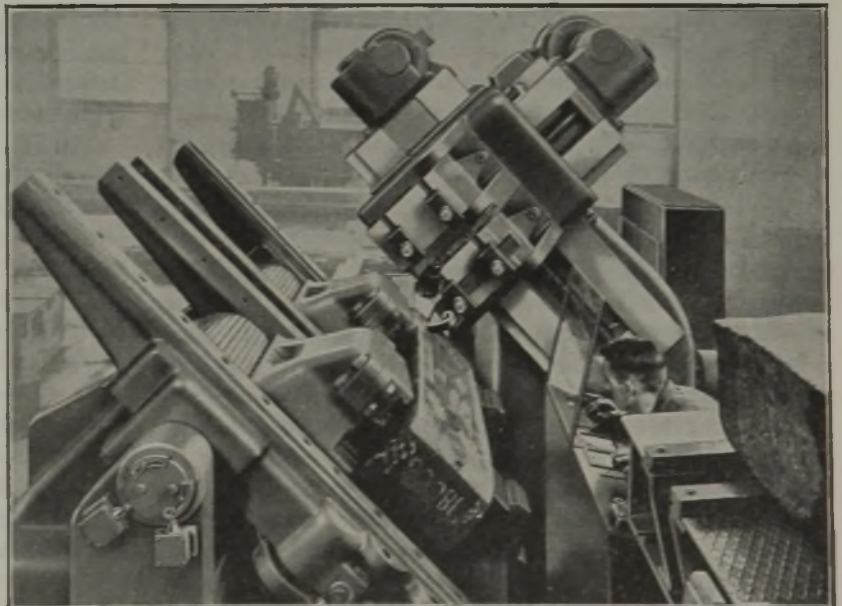


Bild 3. Ansicht auf den um  $45^\circ$  geneigten Support während des Putzens.

Umformer angetrieben. Dieser Leonard-Umformer hat außer dem bekannten Leonard-Generator, dem Drehstromantriebsmotor sowie der Erregermaschine noch eine besondere Hilfs-erregermaschine, durch die besonders kurze Umsteuerzeiten des Tisches erreicht werden können, so daß hierdurch die Umsteuerzeiten des Tisches auf Bruchteile einer Sekunde gemindert werden. Umgesteuert wird durch eine Leonard-Umkehr-Feldschützensteuerung, wodurch die sonst bei

Gleichstrommotoren üblichen umfangreichen Anlaßschützensteuerungen vermieden werden können. Hierdurch ist betriebssicheres Arbeiten gewährleistet. Der Impuls für die Umkehrschützensteuerung zur Betätigung der Tischbewegung wird durch einen Fußschalter gegeben, der im Schaltpult der Maschine untergebracht ist und durch die Füße des Arbeiters bedient wird. Der Schalter hat in der Schnittrichtung zwei Stufen, und zwar für langsame und schnellere Fahrt, damit der Bedienungsmann jederzeit in der Lage ist, beim Einschneiden des Stahles in das Werkstück eine um etwa 30 bis 40 % niedrigere Schnittgeschwindigkeit gegenüber der am Regler eingestellten zu fahren.

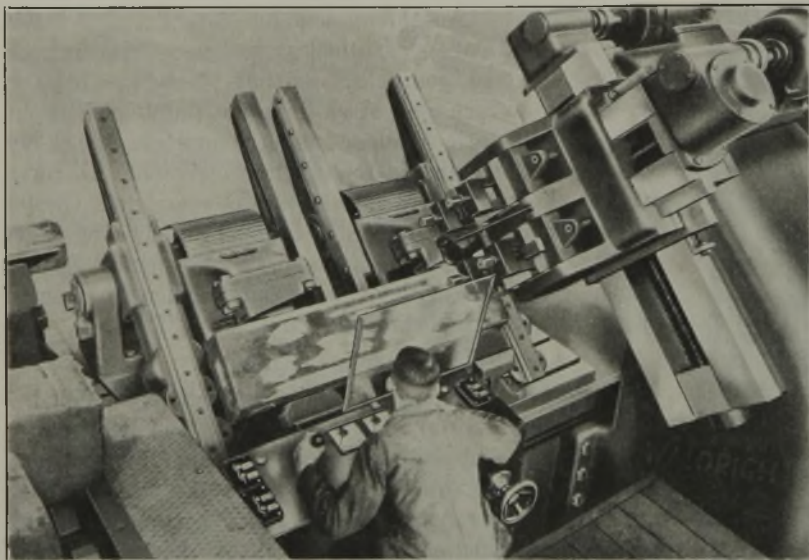


Bild 4. Bedienungsstand. Die Druckknöpfe dienen zum Be- und Entladen und Wenden des Werkstücks. Die Kugelschaltungen steuern den Support.

Zur Regelung des Antriebes für den Schnittgang und den Rücklauf sind zwei getrennte Regler vorgesehen, mit denen Vor- und Rücklauf des Tisches mit Geschwindigkeiten von 3 bis 30 m/min unabhängig voneinander eingestellt werden können. Der Motor ist durch eine Sicherheitsrutschkupplung mit dem Rädervorgelege des Tisches gekuppelt, so daß eine Ueberlastung des Werkzeuges oder eine Beschädigung der Maschine ausgeschlossen ist.

**Vorschubantriebe.** Für die beiden Vorschubantriebe konnten die Drehstrom-Kurzschlußläufermotoren, die sich infolge ihrer großen Betriebssicherheit für derartige Hilfsantriebe sonst überall bewährt haben, nicht verwendet werden, da diese Motoren bei den zu erwartenden hohen Schalthäufigkeiten infolge der hohen Einschaltströme zu warm werden. Es wurden daher für diese beiden Vorschubantriebe Gleichstrom-Nebenschlußmotoren mit gleichbleibender Drehzahl gewählt. Gespeist werden diese beiden Motoren unmittelbar von der Erregermaschine des Leonard-Transformers, so daß ein besonderes Gleichstromnetz unnötig ist. Für jeden Motor ist eine Umkehrschützensteuerung mit einem Anker-Dauervorschaltwiderstand vorgesehen, durch den das gewünschte Anlaufmoment jeweils eingestellt werden kann. Außerdem ist für jeden Motor ein Bremsschutz und ein Bremswiderstand vorhanden, damit durch eine Anker-Kurzschlußbremsung der Motor schnell zum Stillstand kommt. Gerade die Einstellbarkeit des Anlaufmomentes und möglichst kurze Bremszeiten sind für diese Antriebe wichtig, da die kurzen Einschaltimpulse, die zum Vorrücken des Stahles von nur wenigen Millimetern erforderlich sind, gefühlsmäßig durch den Bedienungsmann gut erfaßt werden müssen.

Die Steuerung dieser beiden sinnfällig von Hand betätigten Vorschubantriebe erfolgt durch zwei besondere Kammernockenschalter mit Kugelgriff, die in der oberen Abdeckplatte des Schaltpultes eingebaut sind.

**Spann- und Wendeantriebe.** Zum Antrieb der beiden Spann- und Wendeantriebe dienen zwei besondere Drehstrommotoren mit Kurzschlußanker und eingebauter mechanischer Bremse. Ferner ist ebenfalls wieder eine Schützensteuerung für Einschaltung in beiden Drehrichtungen, und zwar mit Druckknopfbetätigung, vorgesehen. In den Endlagen sind Endschalter vorhanden, die eine Beschädigung der Hebelarme ausschließen. Das Spannen geschieht an jedem Antrieb durch eine Rutschkupplung, mit der ein bestimmter Spanndruck eingestellt werden kann. Damit der Block beim Heben und Wenden gleichmäßig gehoben wird, sind weiterhin noch zwei Endschalter eingebaut, die dafür sorgen, daß der vorlaufende Antrieb so lange abgeschaltet wird, bis der andere Antrieb die gleiche Hebellage erreicht hat. Erst dann laufen beide Antriebe gemeinsam weiter, so daß hierdurch ein schiefes Abrutschen des Blockes verhindert wird.

Der Strom zu diesen beiden Motoren und zu den Endschaltern wird durch eine Schleifleitung zugeführt. Der Stromabnehmer berührt die Schleifleitung nur in der Endstellung des Tisches. Daher können die Spann- und Wendeantriebe auch nur in dieser Stellung eingeschaltet werden.

**Ladeantrieb und Antrieb der Unterstützungsböcke.** Für die Motoren dieser Antriebe sind ebenfalls fernbetätigte Umkehrschützensteuerungen vorgesehen, durch die die Motoren in beiden Drehrichtungen eingeschaltet

werden können. In den jeweiligen Endlagen sind Endschalter vorhanden, die eine Beschädigung der einzelnen Antriebe ausschließen. Die Druckknopftafeln aller Hilfsantriebe sind sämtlich in dem Steuerpult angeordnet, so daß der Bedienungsmann vom Schaltpult aus sämtliche Antriebe steuern kann, ohne seinen Sitz zu verlassen.

**Anwendungsbereich.** Auf der Stahlputzmaschine können alle Querschnitte von 50 bis 350 mm  $\square$  geputzt werden. Um die einzelnen Querschnitte zu bearbeiten, ist es nötig, die Spannbacken durch kleinere oder größere Vorsatzstücke anzupressen. Die Vorsatzstücke werden mit zwei Schrauben an den Spannbacken befestigt. Der Einbau ist in 5 bis 6 min durchzuführen. Die Länge der zu verputzenden Vorblöcke und Knüppel kann zwischen 1200 und 4500 mm schwanken. Um von einer Länge auf eine andere überzugehen, werden die Spannschrauben eines Spannbockes gelöst und der Spannbock von Hand auf das gewünschte Maß gefahren. Nachdem die Spannschrauben wieder festgezogen sind, kann die Arbeit fortgesetzt werden. Der Umbau erfordert 20 bis 25 min.

#### Wirtschaftlichkeit.

##### Ergebnis der Zeitstudien.

Wichtig war es, festzustellen, was die Maschine leistet. Zu diesem Zwecke wurden Zeitstudien durchgeführt. Es wurde Wert darauf gelegt, möglichst alle Einzelheiten zu erfassen. *Zahlentafel 1* zeigt als Beispiel die ermittelten Zeiten für verschiedene Sorten und Abmessungen.

Die ermittelten Zeiten wurden in Haupt-, Neben- und Verlustzeiten unterteilt. In der Hauptzeit sind alle Zeiten enthalten, die unmittelbar eine Formänderung am Werk-

Zahlentafel 1. Ergebnis der Zeitstudien.

Stahlsorte . . . . .	0,42 bis 0,48 % C	E C 100	E C 100
Abmessung . . . mm □	260	130	150
Gewicht . . . . . kg	2280	260	520
Anzahl der beobachteten Knüppel . . . . .	8	24	12
I. Hauptzeit:	min je Knüppel		
4 Seiten putzen . . . . .	30,09	9,97	17,62
Summe Hauptzeit . . . . .	30,09	9,97	17,62
II. Nebenzeit:			
Knüppel auf Spannvorrich- tung fahren und ein- spannen . . . . .	0,77	0,70	0,81
4 × Tisch zum Support fahren	0,99	1,26	1,67
4 × Tisch zurückfahren . .	0,75	0,47	0,68
3 × Knüppel lösen, kanten und einspannen . . . . .	1,34	1,21	1,71
Knüppel lösen und abwerfen	0,35	0,42	0,42
Stahl auswechseln . . . . .	0,85	0,81	0,94
Maschinenpflege . . . . .	1,34	0,53	0,59
Summe I und II = (Grund- zeit) . . . . .	36,48	15,37	24,44
III. Verlustzeiten:			
Abzugelnde . . . . .	1,27	0,48	—
Vermeidbare . . . . .	3,86	0,68	0,40
Summe I + II + III =	41,61	16,53	24,84

stück hervorrufen. Unter der Nebenzeit sind die Zeiten verstanden, die nur mittelbar zur Formänderung am Werkstück notwendig sind, wie Stahl auswechseln, Maschine putzen und ölen, Tisch unter den Support fahren, Zurückfahren des Tisches, Lösen, Wenden und Wiedereinspannen; hierfür sind die Zeiten je Seite ermittelt worden. In *Zahlentafel 1* wurden der besseren Uebersicht wegen diese Zeiten zusammengefaßt. Dies war um so mehr zulässig, als sich bei der Aufnahme herausstellte, daß die Zeiten immer gleich sind. Die Verlustzeiten sind in abzugelnde und vermeidbare Verlustzeiten unterteilt. Unter den abzugelnden Verlustzeiten sind die durch betriebliche Störungen bedingten Zeiten zusammengefaßt. Die vermeidbaren Verlustzeiten entstehen meistens dadurch, daß die Bedienung nicht rechtzeitig für das Beladen der Lagerrampe gesorgt hat.

Sobald genügend Zahlen vorliegen — die Maschine ist erst seit August 1941 in Betrieb —, wird die Abhängigkeit der einzelnen Zeiten vom Querschnitt, von der Stahlsorte usw. festgelegt; zur Zeit erfolgt das Putzen an der Maschine im Tagelohn. Um einen richtigen Akkord vorgeben zu können, muß auch die Bedienungsmannschaft, die aus angelernten Gefolgschaftsmitgliedern besteht, noch besser eingearbeitet sein.

**Leistungsvergleich.**

Von besonderer Bedeutung ist die Leistung der Stahlputzmaschine und welche Ersparnisse an Arbeitskräften zu erreichen sind. Ein Vergleich mit dem Flämmputzen ist nicht möglich, da sich die Stähle, die auf der Maschine geputzt werden, nicht zum Flämmen eignen. Die zur Zeit anfallende Knüppelmenge erlaubt es auch nicht, entsprechende Versuche durchzuführen, d. h. unlegierte Knüppel mit niedrigem Kohlenstoffgehalt auf der Maschine zu putzen. Diese Vergleichsversuche sind später beabsichtigt. Die Frage „Flämmputzen oder Maschinenputzen“ muß daher sowohl leistungs- als auch kostenmäßig vorläufig unbeantwortet bleiben.

Bei dem folgenden Leistungsvergleich wird nur die Menge der wirklich geputzten Blöcke zugrunde gelegt; die im Durchsatz der Putzerei mit enthaltenen guten und

daher ungeputzten Blöcke sind in den Zeit- und Leistungsangaben nicht enthalten.

*Bild 5* zeigt die Gegenüberstellung der Zeiten für Hand- und Maschinenputzen. Die Handputzzeit in h/t ist in jedem Falle gleich 100 % gesetzt. Für die verschiedenen Stahlsorten und Abmessungen beim Maschinenputzen betragen die entsprechenden Zeiten nur 9,7 %, 11,9 %, 13,1 %, 13,3 %, 12,0 %; oder anders ausgedrückt: beim Maschinenputzen wird das 10,3-, 8,4-, 7,6-, 7,5- und 8,3fache gegenüber dem Handputzen geleistet. Dieses gute Ergebnis läßt sich sicherlich noch steigern und im Laufe eines halben Jahres auf das 11- bis 13fache bringen, sobald die Bedienungsmannschaft vollständig eingeeübt ist.

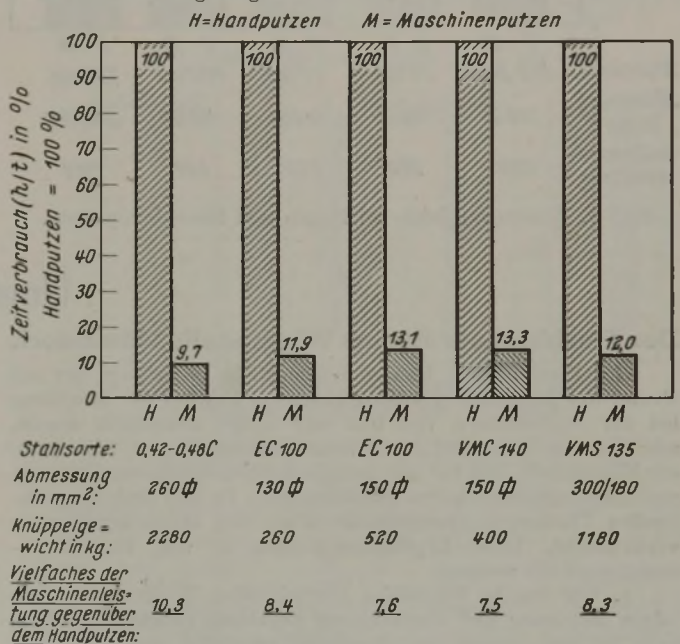


Bild 5. Leistungsvergleich bei Hand- und Maschinenputzen.

Da die Maschine von einem Mann bedient wird, spart man je Schicht 6 bis 9 Arbeitskräfte. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß sich diese Zahlen noch verbessern lassen.

**Kostenvergleich.**

Beim Handputzen ist der Hauptkostenfaktor der Lohn. Der Preßluftverbrauch, die Werkzeuginstandhaltung und das Aufarbeiten der Meißel sind dagegen von untergeordneter Bedeutung. Bei der Stahlputzmaschine spielt eine Hauptrolle die Abschreibung der Maschine. Ebenso erfordert das Aufarbeiten der Meißel, die bei der Maschine aus aufgeschweißten Werkzeugstählen bestehen, größere Kosten. Die Lohnkosten sind dagegen gering. Der Lohn wurde in beiden Fällen mit 1,50 RM/h eingesetzt. Der Preßluftverbrauch beträgt 7,5 Pf. je Hammerstunde. Das Aufarbeiten der Meißel und das Instandhalten der Preßluftschlämmer erfordert 0,18 RM je Hammerstunde. Die Abschreibungskosten für die Stahlputzmaschine belaufen sich bei einem Anschaffungspreis von 150 000 RM, zweischichtigem Betrieb und einer Lebensdauer von zehn Jahren auf rund 3 RM/h. Für den Verschleiß und das Aufarbeiten der Werkzeugstähle fielen bisher Kosten von 2,50 bis 3 RM je Maschinenstunde an. Diese Kosten sind hoch und darauf zurückzuführen, daß außer der Bedienungsmannschaft auch Ersatzleute zum Einarbeiten an der Maschine beschäftigt wurden. Zukünftig sollen 1,00 bis 1,50 RM je Maschinenstunde genügen. Eingesetzt wurden 2,50 RM je Maschinenstunde. *Bild 6* zeigt die Kosten für das Hand- und Maschinenputzen. Die Kosten für das Handputzen in RM je t wurden auch hier gleich 100 % gesetzt. Die Lohnkosten betragen dann rd. 85 % davon, für Preßluft und für Auf-

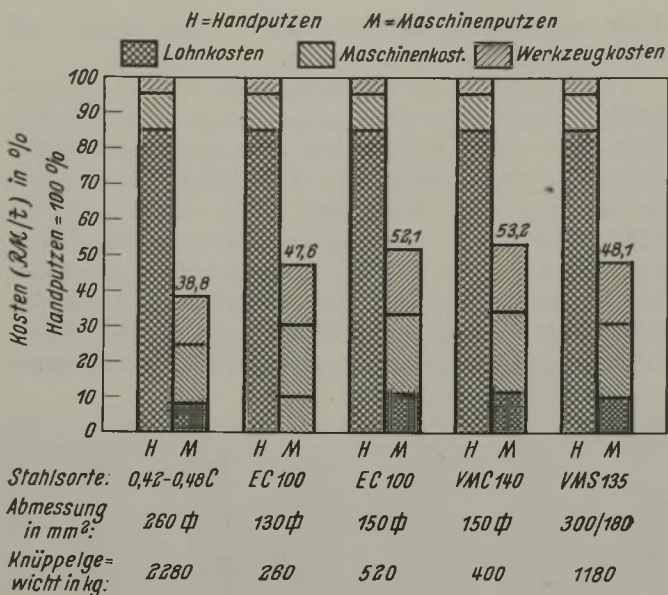


Bild 6. Kostenvergleich bei Hand- und Maschinenputzen.

arbeitung und Instandhaltung der Werkzeuge müssen rd. 15 % aufgewendet werden.

Das Arbeiten mit der Stahlputzmaschine erfordert dagegen nur 38 bis 53 % der Kosten, im Durchschnitt also weniger als die Hälfte des Handputzens. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß der Lohnanteil hier nur 8 bis 11 % beträgt. Die Kostenanteile für die Maschine und die Meißelkosten sind natürlich höher; sie betragen 30 bis 42 %.

**Zusammenfassung.**

Der Bau und die Arbeitsweise einer neuen Stahlputzmaschine werden beschrieben sowie die Leistung und der Kostenaufwand mit dem Handputzen verglichen. Das Maschinenputzen ergibt heute schon die 7- bis 10fache Leistung des Handputzens. Nach besserer Einarbeitung der Bedienungsmannschaft wird sich diese Leistung noch um 30 bis 40 % steigern lassen. Die Kosten für das Maschinenputzen betragen heute 40 bis 50 % des Handputzens.

Als weiteres Ergebnis ist festzustellen, daß durch die Stahlputzmaschine in zweischichtigem Betrieb 12 bis 18 Mann für andere Arbeiten frei werden.

**Umschau.**

**Der Flachbrenner Bauart Wärmestelle Düsseldorf.**

Der Flachbrenner Bauart Wärmestelle Düsseldorf, der auf Grund der Versuchsergebnisse über den Einfluß der Mischung bei der Verbrennung von Gas und Luft<sup>1)</sup> entwickelt wurde, zeichnet sich besonders durch seine einfache Bauart und durch die Möglichkeit, ihn für alle technisch vorkommenden Gasarten und Beheizungszwecke zu benutzen, aus. In ihm sind die wichtigsten Untersuchungsergebnisse über den Mischungsvorgang verwirklicht. Diese Ergebnisse können in vier Punkte zusammengefaßt werden:

1. Bei den in Wärmöfen herrschenden Temperaturen erfolgen Mischung und Verbrennung praktisch gleichzeitig. Deshalb ist der Beginn der Mischung möglichst außerhalb des Brennergehäuses vorzunehmen, um ein Zurückschlagen und ein Brennen im Gehäuse zu verhüten. Beim Flachbrenner Bauart Wärmestelle beginnt die Mischung erst an der Brennermündung. Bis zu dieser Stelle sind Gas- und Luftstrahl getrennt geführt. Deshalb kann auch bei sehr geringen Belastungen kein Zurückschlagen eintreten.

2. Die Schnelligkeit der Mischung von Gas und Luft hängt ab von dem Neigungswinkel, unter dem die Strahlen aufeinander treffen, der Größe der Berührungsfläche und der Strömungsgeschwindigkeit. Diese Feststellung bedingt möglichst große Neigungswinkel, große Ausströmungsgeschwindigkeiten und Strahlen mit großer Breite und geringer Höhe. Diese Forderungen können weitgehend nur bei einem Flachbrenner verwirklicht werden. Bei der Bauart Wärmestelle haben die Kanäle meist einen Neigungswinkel von 45°. Der Entwicklung vorbehalten sind noch Neigungswinkel von 30 und 60°. Das Verhältnis Breite zu Höhe des Kanals liegt zwischen 5 : 1 und 1,66 : 1. Die Austrittsgeschwindigkeit der Strahlen hängt von der Höhe des Druckes von Gas und Luft in der Sammelleitung ab.

3. Eine Ablenkung des Mischstrahls aus der Halbiebungsebene des Neigungswinkels, ein Durchschlagen des einen durch den anderen Strahl und ein Zerflattern des Mischstrahls tritt nicht ein, wenn die kinetische Energie von Gas- und Luftstrahl beim Zusammentreffen ungefähr gleich groß ist. Diese Forderung bedingt, daß die Austrittsquerschnitte des Gas- und Luftstrahls in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen müssen.

4. Bei der Mischung gerichteter Strahlen bildet sich ein geschlossener Strom, der auf der Seite der Gaszuführung reduzierende und auf der Seite der Luftzuführung oxydierende Atmosphäre hat. Dagegen tritt bei dem sonst vielfach üblichen Brenner mit Wirbelmischung (z. B. axiale Einströmung des Gases und tangentialer Einströmung der Luft in ein Gehäuse) leicht ein Absetzen des außen wirbelnden Strahles infolge Zentrifugalwirkung ein und damit eine Verzögerung des Mischungsvorganges gegen Ende der Mischung, während zu Beginn die

Mischung sehr intensiv ist. Die Folge ist ein Brennstrahl mit heißem Kern, der Stichflammenwirkung hat und einen Mantel mit Flammenfetzen. Beim Flachbrenner Bauart Wärmestelle tritt ein ruhiger, in allen Punkten gleichmäßig brennender Strahl ohne Kern- und Mantelerscheinung aus. Auf der Luftseite entsteht eine oxydierende und auf der Gasseite eine reduzierende Atmosphäre, so daß ohne besondere Einstellung des Brenners durch entsprechenden Einbau die oxydierende oder reduzierende Atmosphäre der Oberfläche des Wärmgutes zugekehrt werden kann.

Bei der Gestaltung des Brenners ist die Wärmestelle Düsseldorf von mehreren angeschlossenen Werken, insbesondere den Deutschen Eisenwerken, A.-G., Werk Schalker Verein, Gelsenkirchen, und Rheinmetall-Borsig, Berlin-Tegel, tatkräftig unterstützt worden. Bild 1 gibt eine Ausführungsform der Deutschen Eisenwerke, Werk Schalker Verein, wieder.

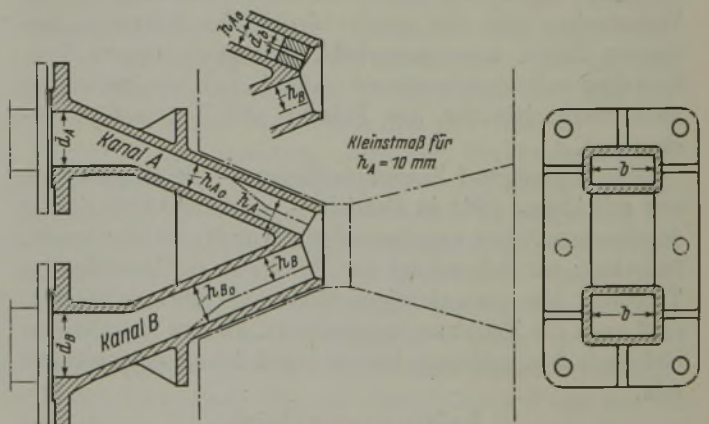


Bild 1. Flachbrenner Bauart Wärmestelle.

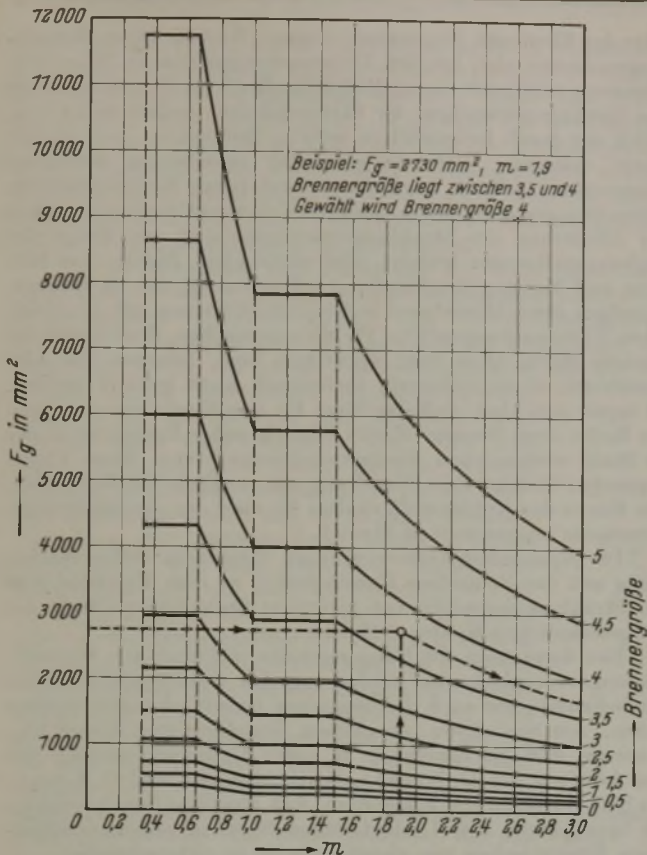
Zahlentafel 1. Hauptabmessungen der Kanäle.

Größe des Brenners		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Breite der Kanäle . . .	b	25	30	35	42,5	50	60	70	85	100	120	140
Höhe des Kanals A . . .	h <sub>A0</sub>	10	12	14	17	20	24	28	34	40	48	56
Höhe des Kanals B . . .	h <sub>B0</sub>	15	18	21	25,5	30	36	42	51	60	72	84
Durchmesser des Flansches A . . . . .	d <sub>A</sub>	20	25	32	40	40	50	60	70	80	100	125
Durchmesser des Flansches B . . . . .	d <sub>B</sub>	25	32	40	50	50	60	70	90	100	125	160

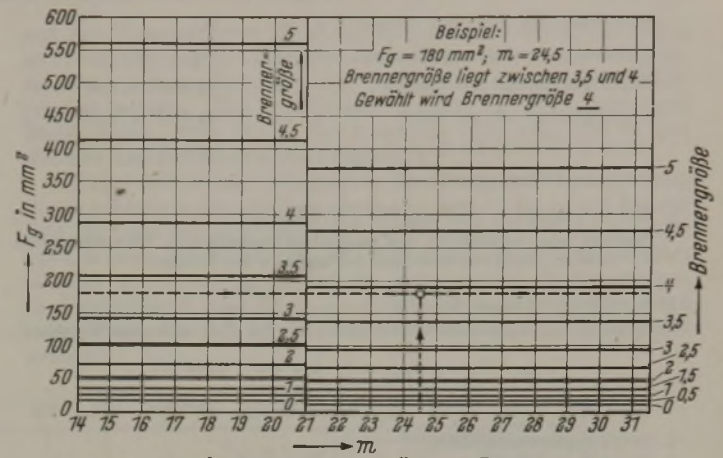
Legt man die in Zahlentafel 1 für die Brennergrößen angegebenen Hauptabmessungen zugrunde, so wird die jeweilige Größe des Flachbrenners und die für die Gleichhaltung der kinetischen Energie beider Strahlen erforderliche Höhe der Kanäle oder Anzahl und Durchmesser der Bohrungen nach folgender Anleitung ermittelt.

<sup>1)</sup> Rummel, K.: Der Einfluß des Mischungsvorganges auf die Verbrennung von Gas und Luft in Feuerungen. Düsseldorf 1937.





a.) Ermittlung der Brennergröße aus  $F_g$  und  $m$ .



a.) Ermittlung der Brennergröße aus  $F_g$  und  $m$ .

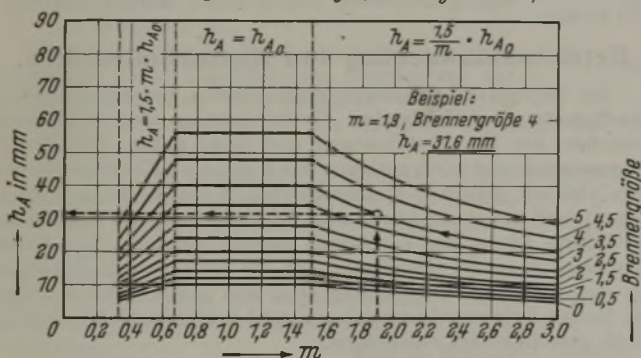
Brennergröße	Z	$\bar{d}_b$
5	7	10,09
4,5	7	8,66
4	6	7,80
3,5	6	6,62
3	5	5,98
2,5	5	5,12
2	4	4,77
1,5	4	4,16
1	3	3,86
0,5	3	3,30
0	2	3,37

$m = 14,0 \text{ bis } 21,0$

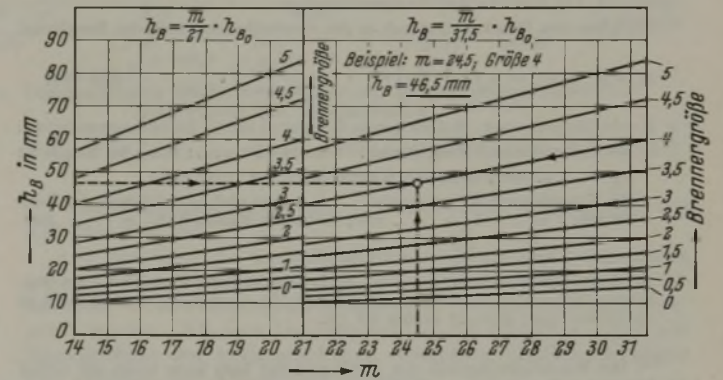
Brennergröße	Z	$\bar{d}_b$
5	7	8,24
4,5	7	7,08
4	6	6,37
3,5	6	5,47
3	5	4,88
2,5	5	4,18
2	4	3,90
1,5	4	3,32
1	3	3,15
0,5	3	2,70
0	2	2,75

$m = 21,0 \text{ bis } 31,5$

b.) Ermittlung der Anzahl z und des Durchmessers  $\bar{d}_b$  der Bohrungen in den Einsatzstücken für Kanal A.



b.) Ermittlung der Höhe  $h_A$  des Kanals A aus Brennergröße und  $m$ .



c.) Ermittlung der Höhe  $h_B$  des Kanals B aus Brennergröße und  $m$ .

Bilder 3 a bis c. Ermittlung der Brennergröße (a), der Anzahl und Durchmesser der Bohrungen in Einsatzstück (b) und der Kanalhöhe  $h_B$  für Koks-ofengas. (Achtung: Berechne die Höhe  $h_B$  (c) nach dem am Kopf des Bildes stehenden Formeln. Prüfe dann das Rechnungsergebnis im Schaubild nach.)

Anleitung zur Ermittlung der Größe des Flachbrenners Bauart Wärmestelle und der Kanalaus-tritts-Querschnitte.

1. Verbrennungskenn-daten:

Ermittle folgende Brennstoff- und Betriebswerte

Luftfaktor<sup>2)</sup> . . . . .  $\lambda = \dots$

Theoretische Verbrennungsluftmenge<sup>3)</sup>  $l_0 = \dots \text{ Nm}^3 \text{ tr. Luft/Nm}^3 \text{ tr. Gas}$

Spezifisches Gewicht des Gases<sup>4)</sup> . . .  $\gamma_g = \dots \text{ kg/Nm}^3 \text{ tr. Gas}$

Spezifisches Gewicht der Luft . . .  $\gamma_{O_1} = 1,293 \text{ kg/Nm}^3 \text{ tr. Luft}$

<sup>2)</sup> Der Luftfaktor hat für den praktischen Betrieb den Wert  $\lambda = 1,02$  bis  $1,03$ . Wird reduzierende Atmosphäre verlangt, so ist  $\lambda = 0,95 \div 0,97$ . Bei oxydierender Atmosphäre wird man nicht über  $\lambda = 1,1$  hinausgehen.

<sup>3)</sup> Die Verbrennungsluftmenge wird aus der Gasanalyse nach der Beziehung:  $l_0 = 2,4 (\text{CO} + \text{H}_2) + 9,6 \text{ CH}_4 + 16,8 \text{ C}_m \text{H}_n - 4,8 \text{ O}_2$  berechnet. Ist nur der Heizwert  $H_u$  bekannt, so kann auch die Verbrennungsluftmenge nach folgenden empirischen Formeln berechnet werden:

Generatorgas:  $l_0 = 0,80 \cdot \frac{H_u}{1000} + 0,09$ ;

Hochofengas:  $l_0 = 0,78 \cdot \frac{H_u}{1000} + 0,012$ .

Koks-ofengas und Mischgas:  $l_0 = 1,1 \cdot \frac{H_u}{1000} - 0,31$ .

<sup>4)</sup> Das spezifische Gewicht des Gases wird aus einer bekannten oder ge-schätzten Analyse nach der Formel

$\gamma_g = 1,25 + 0,714 \text{ CO}_2 + 0,16 \text{ C}_m \text{H}_n + 0,18 \text{ O}_2 - 0,536 \text{ CH}_4 - 1,16 \text{ H}_2$  berechnet.

Bilder 2 a bis c. Ermittlung der Brennergröße (a), der Kanalhöhe  $h_A$  (b) und  $h_B$  (c) für Generator- und Hochofengas. (Achtung: Berechne die Höhe  $h_A$  (b) und  $h_B$  (c) nach den am Kopf der Bilder stehenden Formeln. Prüfe dann das Berechnungsergebnis im Schaubild nach.)

<sup>1)</sup> Der Wert m ist das Verhältnis Luftkanalaus-tritts-querschnitt zu Gas-kanalaus-tritts-querschnitt. Im Betrieb liegt m bei Generator- und Hochofengas zwischen 0,4 und 3,0 und bei Koks-ofengas zwischen 14 und 31. Für diesen Bereich sind die Bilder 2 und 3 entwickelt worden. Ergeben sich Werte, die außerhalb dieser Bereiche liegen, so kann bei Betrieb mit Generatorgas und Hochofengas die Kanalhöhe  $h_A$  oder  $h_B$  entsprechend verkleinert werden; bei Betrieb mit Koks-ofengas müssen Einsatzstücke mit besonderen Bohrungen ange-fertigt werden. Die Abweichung, die die m-Werte im Betrieb erfahren dürfen, beträgt  $\pm 10\%$ .

- Temperatur des Gases am Brenner .  $t_g = \dots$  °C  
 Temperatur der Luft am Brenner . .  $t_l = \dots$  °C  
 Feuchtigkeitsgehalt des Gases<sup>5)</sup> . . .  $f_g = \dots$  kg/Nm<sup>3</sup> tr. Gas  
 Feuchtigkeitsgehalt der Luft<sup>5)</sup> . . .  $f_l = \dots$  kg/Nm<sup>3</sup> tr. Luft  
 Druck des Gases in der Sammelleitung  $p_g = \dots$  mm WS  
 Druck im Verbrennungsraum<sup>6)</sup> . . .  $p_o = \dots$  mm WS.

## 2. Höchstgasmenge und Anzahl der Brenner:

Ermittle oder schätze die der Ofenanlage zuzuführende Höchstgasmenge  $V_o$  Nm<sup>3</sup> tr. Gas/h und bestimme die Anzahl  $n$  der Brenner.

## 3. Kanalausstrittsquerschnitt:

Berechne den Kanalausstrittsquerschnitt für das Gas nach der Beziehung:

$$F_g = \frac{63}{\varphi_g^2} \cdot \frac{V_o}{n} \cdot \sqrt{\frac{\gamma_{o_g} + f_g}{p_g - p_o} \cdot \frac{273 + t_g}{273} \cdot \frac{0,804 + f_g}{0,804}} \text{ mm}^2$$

4. Öffnungsverhältnis  $m^1$ :

Berechne das Öffnungsverhältnis nach der Beziehung:

$$m = \lambda \cdot l_o \cdot \sqrt{\lambda \cdot l_o \cdot \frac{\gamma_{o_l} + f_l}{\gamma_{o_g} + f_g} \cdot \frac{273 + t_l}{273 + t_g} \cdot \frac{0,804 + f_l}{0,804 + f_g}}$$

## 5. Größe des Flachbrenners:

Bestimme bei Generator- und Hochofengas aus *Bild 2a* und bei Koksofengas aus *Bild 3a* die Größe des Flachbrenners.

## 6. Austrittsquerschnitt von Kanal A:

Bestimme bei Generator- und Hochofengas aus *Bild 2b* die Höhe  $h_A$  des Kanals A und bei Koksofengas aus *Bild 3b* Anzahl  $z$  und Durchmesser  $d_1$  der Bohrungen in den Blöckchen, die in Kanal A eingesetzt werden.

## 7. Austrittsquerschnitt von Kanal B:

Bestimme bei Generator- und Hochofengas aus *Bild 2c* und bei Koksofengas aus *Bild 3c* die Höhe  $h_B$  des Kanals B.

## 8. Druck der Luft in der Sammelleitung:

Berechne den Druck  $p_l$  der Luft in der Sammelleitung nach der Beziehung:

$$p_l = p_o + (p_g - p_o) \cdot \left( \frac{\varphi_g}{\varphi_l} \right)^2 \cdot \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{1}{l_o} \cdot \frac{273 + t_g}{273 + t_l} \cdot \frac{0,804 + f_g}{0,804 + f_l} \text{ mm WS.}$$

## 9. Bestellkenndaten: Stelle folgende Kenndaten für die Bestellung zusammen.

Bei Generator- und Hochofengas: Brennergröße . . . . .; Höhe des Kanals A:

$h_A = \dots$  mm; Höhe des Kanals B:  $h_B = \dots$  mm.

Bei Koksofengas: Brennergröße . . . . .; Anzahl und Durchmesser der Bohrungen:  $Z = \dots$ ;  $d_1 = \dots$  mm; Höhe des Kanals B:  $h_B = \dots$  mm.

## 10. Anschluß an die Gas- und Luftleitung:

Schließe beim Einbau Kanal A an die Luftleitung und Kanal B an die Gasleitung, wenn  $m$  kleiner als 1,0; Kanal A an die Gasleitung und Kanal B an die Luftleitung, wenn  $m$  größer als 1,0.

<sup>5)</sup> Der Feuchtigkeitsgehalt des Gases und der Luft kann meist auf Grund des bekannten Taupunktes ermittelt werden.

<sup>6)</sup> Der Druck im Verbrennungsraum (= Ofenraum) liegt meist bei  $p_o = \sim 0$ ; bei niedrigen Gasdrücken in der Sammelleitung (z. B. Generatorheißgas) muß der Wert von  $p_o$  beachtet werden.

<sup>7)</sup> Die Reibungsbeiwerte  $\varphi_g$  und  $\varphi_l$  haben folgende Werte (die kleineren Werte gelten für kleinere Brennergrößen): Generator- und Hochofengas:  $\varphi_g = 0,60 \div 0,65$ ; Koksofengas:  $\varphi_g = 0,55 \div 0,60$ ; Luft:  $\varphi_l = 0,60 \div 0,65$ .

Hellmuth Schwiedeeßen.

## Strahlungsvermögen und Güteeigenschaften von flüssigem Stahl.

In umfangreichen Untersuchungen hat sich Takeshi Sugeno mit dem Strahlungsvermögen von flüssigem Stahl beschäftigt<sup>1)</sup>. Diese Versuche sind insofern bemerkenswert, als sie eine Parallele zu den zahlreichen deutschen Untersuchungen zur Ermittlung der wahren Temperatur von Stahlschmelzen bilden und zu den aus diesen Messungen ermittelten Angaben über das Strahlungsvermögen und den aus den Versuchen gezogenen Schlüssen für die Stahlgüte<sup>2)</sup>. Das Ergebnis der japanischen Untersuchungen ist die Folgerung, daß die Natur der Strahlung von flüssigem Stahl bei hoher Temperatur als Maß für den Feinungsgrad während des Schmelzens dient. Theoretische Betrachtungen über den Einfluß von Legierungselementen auf das Strahlungsvermögen von Stahlschmelzen ergaben, daß dieses um so größer wird, je größer die Menge des zugeführten Elementes ist, und zwar steigt das Strahlungsvermögen in der Reihen-

folge der Elemente Aluminium, Chrom, Nickel. Diese Betrachtungen decken sich mit den Untersuchungen von G. Naeser<sup>3)</sup>. Gemessen wurde mit einem Molybdän-Wolfram-Thermolement; das Strahlungsvermögen der Stahlschmelzen wurde durch Vergleich der damit festgestellten wahren Temperatur und der mit einem optischen Glühfadenpyrometer gemessenen schwarzen Temperatur ermittelt. Die Versuche bestätigten die theoretischen Betrachtungen und zeigten, daß eine Uebereinstimmung zwischen der Aenderung des Strahlungsvermögens und der Menge der Legierungselemente besteht. Bei steigendem Zusatz von Silizium und Mangan durchlaufen die Kurven für das Strahlungsvermögen einen Höchstwert in Uebereinstimmung mit den deutschen Untersuchungen<sup>2)</sup>. Da die chemischen Reaktionen im Siemens-Martin-Ofen sehr verwickelt sind, konnten die hier ermittelten Strahlungswerte theoretisch nicht geklärt werden. Es ergab sich aber, daß der Wert für das Strahlungsvermögen des Bades eines Siemens-Martin-Ofens in naher Beziehung zu der im Stahl vorhandenen Eisenoxydulmenge steht. Beim Lichtbogenofen besteht diese Beziehung nur am Ende der Reduktion. Die Kurve des Kohlenstoffgehaltes ist aber der des Strahlungsvermögens ausgesprochen ähnlich.

Die japanischen Untersuchungen führten in Uebereinstimmung mit den deutschen Messungen<sup>2)</sup> zu dem Ergebnis, daß das Strahlungsvermögen von legiertem Stahl höher ist als das der gewöhnlichen Kohlenstoffstähle.

Das Anwachsen des Mangangehalts während des Schmelzvorgangs veranlaßt eine Steigerung des Strahlungsvermögens der Schmelze, wie auch die deutschen Untersuchungen ergeben haben. Am Schluß des japanischen Berichtes wird darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse in guter Uebereinstimmung mit den Arbeiten von G. Naeser, K. Guthmann und C. Kreuzer<sup>2)</sup> bis <sup>5)</sup> stehen, die feststellten, daß das Strahlungsvermögen ein brauchbares Mittel bildet, einen Stahl in seinen mechanischen Eigenschaften von einem anderen zu unterscheiden.

Kurt Guthmann.

## Betriebsüberwachung von Kleinschmiedeöfen.

Im Gegensatz zu größeren Schmiedeöfen, bei denen die Notwendigkeit einer laufenden Ueberwachung des Wärmeverbrauches, der Durchsatzleistung und einer guten Ofenführung allgemein erkannt wird, entbehrt der Klein- und Kleinstschmiedeöfen vielfach jeglicher meßtechnischen Ueberwachungsrichtungen, und außerdem können für die Bedienung des Ofens keine geschulten Leute zur Verfügung gestellt werden. Der Grund hierfür liegt in der Annahme, daß die Ersparnismöglichkeiten bei einem Kleinofen zu gering sind und somit hohe Auslagen für teure Ueberwachungsanlagen und laufende Ueberwachung nicht gerechtfertigt erscheinen.

Untersuchungen an einem derartigen kleinen Schmiedeofen zeigten allerdings, daß der wirkliche Wärmeverbrauch ein Vielfaches des Soll-Wärmeverbrauches betrug und die Ersparnismöglichkeit an diesem Ofen größer war als an den danebenliegenden gut geführten Stoßöfen. Ohne kostspielige Meßwerkzeuge war es möglich, den Wärmeverbrauch einschließlich Aufheizen von  $6,8 \cdot 10^6$  kcal/t auf  $2,2 \cdot 10^6$  kcal/t, also um etwa 68 %, zu senken. Gleichzeitig mit der Senkung des Wärmeverbrauches wurde auch eine bessere Werkstoffdurchwärmung und damit ein Sinken der Warmverformungsarbeit erreicht. Dies zieht eine Menge weiterer Vorteile, wie Verringerung der Schlagzahl und des Energieverbrauches des Hammers, Schonung der Werkzeuge usw., nach sich, die sich kostenmäßig nicht erfassen lassen, aber immerhin eine erhebliche Rolle spielen.

Im nachfolgenden sind die wichtigsten Einflußgrößen für ein wirtschaftliches Fahren des kleinen Ofens wie auch für eine gute Durchwärmung des Werkstoffes zusammengestellt.

Für die Wirtschaftlichkeit des kleinen Schmiedeofens ist die Herdflächenbelastung genau so ausschlaggebend wie bei Stoß- und Durchlauföfen. Da beim kleinen Schmiedeofen häufig die zu verarbeitenden Werkstoffquerschnitte wechseln und damit die Herdflächenbelastung stark schwankt, wird bei kleineren Querschnitten eine Unterbelastung des Ofens eintreten. Bei verschiedenen in Betrieb befindlichen Ofen wurde festgestellt, daß diese betrieblich bedingte ungünstige Herdflächenausnutzung durch zu hohe Herdtemperaturen weiter verschlechtert wurde. Zum Teil wurden Herdtemperaturen festgestellt, die über dem Schmelzpunkt des Einsatzes lagen. Da-

<sup>1)</sup> Tetsu to Hagane 27 (1941) Nr. 2, 59/77.

<sup>2)</sup> Guthmann, K.: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 481/89 (Wärmestelle 228); 57 (1937) S. 1245/48 u. 1269/79 (Wärmestelle 250 u. Stahlw.-Aussch. 333).

<sup>3)</sup> Naeser, G.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 592/98 (Wärmestelle 268).

<sup>4)</sup> Kreuzer, C.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1017/27 (Stahlw.-Aussch. 357).

<sup>5)</sup> Siehe auch Todd, W. J.: Metal Treatm. 5 (1940) S. 171/74 u. 184; vgl. Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 1110/11.

durch wird die Verweilzeit der Blöckchen im Herd verkürzt, die Belastung der Herdfläche sinkt, die Durchwärmung ist schlecht und die Warmverformungsarbeit wie auch Abgas- und Strahlungsverluste sind unnötig groß. Je geringer die Herdflächenbelastung des Ofens, um so näher muß mit der Herdtemperatur an die Ziehtemperatur der Blöckchen herangegangen werden. Empfehlenswert ist es hierbei, die Herdtemperatur mit einem seitlich im Ofen eingebauten Thermolement und nachgeschaltetem Anzeigemeßwerkzeug zu überwachen.

Da die Einstellung und Bedienung des Ofens meist durch ungeschulte Personen erfolgt, wird die Notwendigkeit der meßtechnischen Ueberwachung des Verbrennungsverhältnisses besonders groß. Wenn schon auf Ringwaagen und Folgezeiger wegen der hohen Anschaffungskosten und der derzeitigen langen Lieferzeiten verzichtet werden muß, so ist die Messung mit Meßblende und U-Rohr stets empfehlenswert und wird sich immer in kurzer Zeit bezahlt machen. Hierbei legt man bekanntlich die Stauränder für die Luft- und Gasleitung so aus, daß bei richtiger Brenneinstellung der Differenzdruck beider U-Rohre gleich wird; will man nach dem Einbau der Meßblenden auf ein anderes Mischungsverhältnis übergehen, so kann man durch verschieden schwere Sperrflüssigkeiten in beiden U-Rohren wiederum auf die gleiche Druckanzeige kommen.

Den durch offenstehende Türen auftretenden Ausflam- und Strahlungsverlusten muß noch mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden als bei den größeren Oefen. Diese Verluste machen sich — bezogen auf die Tonne durchgesetzten Werkstoffes — im allgemeinen weit stärker bemerkbar als beim Stoßofen, da das Verhältnis von Abstrahlungsfläche zum Durchsatz beim kleinen Schmiedeofen wesentlich größer als beim Stoßofen ist.

Die Abgasverluste können dadurch gesenkt werden, daß die Blöckchen im Gegenstrom zur Flamme durch den Ofen gedrückt werden, so daß sich die Betriebsweise des kleinen Schmiedeofens der des Stoßofens nähert.

Bei der Neubeschaffung kleiner Schmiedeofen ist es wichtig, die Herdfläche richtig und nicht einfach „groß genug“ zu wählen. Ein nachgeschalteter Rekuperator wird sich stets bezahlt machen. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, daß der Vorwärmer unmittelbar am Ofen oder darüber sitzen muß, da sonst, vor allem bei ungleichförmiger Ofenbelastung, die verhältnismäßig geringen Abgasmengen in den Kanälen zu sehr abkühlen.

Ewald Bestges, Gleiwitz.

### Das Leistungsbild als Hilfsmittel zur Rationalisierung und Leistungssteigerung in Walzwerken.

#### Das Leistungsbild.

Als Leistungsbild wird die schaubildliche Auftragung der Stundenleistung einer Walzenstraße für alle Sorten in Abhängigkeit vom Endquerschnitt bezeichnet. Hierbei wird das auf der Straße gewalzte Sortenprogramm auf eine bestimmte Sortengruppe (Bezugssortengruppe) bezogen<sup>1)</sup>. Da beinahe ein Fünftel der gesamten Walzstahlerzeugung Rundstahl ist, wählt man in der Regel Rundstahl als Bezugssortengruppe und zeichnet mit seiner Hilfe das Leistungsbild wie folgt:

Zunächst trägt man die Stundenleistung bei Rundstahl in Abhängigkeit vom zugehörigen Fertigdurchmesser auf und erhält eine Kurve, die — unter Beachtung der Bauart und der walztechnischen Gegebenheiten und Anforderungen — einen anschaulichen Ueberblick über den Leistungsverlauf in Abhängigkeit vom Durchmesser wiedergibt. Für die übrigen Sortengruppen des Walzprogramms müßte man nun ähnliche Leistungskurven wie für „Rund“ aufstellen. Man erhielte dann also so viele Bilder, wie Sortengruppen auf der Straße gewalzt werden. Um diese umständliche Handhabung zu vermeiden und um alle Kurven in einem Bild zu vereinigen, rechnet man alle Rundstahl-Durchmesser auf Querschnittsfläche um und trägt die übrigen Sortengruppen mit Hilfe der Querschnittsfläche

<sup>1)</sup> Die „Sorte“ wird gekennzeichnet durch Angabe von Güte, Profil, Abmessung und sonstige Bearbeitungsvorschriften. Mehrere Sorten werden zu „Sortengruppen“ zusammengefaßt. Als Sortengruppen gelten danach: Rundstahl, Quadratstahl, Flachstahl, Winkel usw. Siehe hierzu Euler, H.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 359/67 (Betriebsw.-Aussch. 163).

auf der Waagerechten unter der Rundstahl-Durchmesser-Skala auf [Verzifferung<sup>2)</sup>]. Auf diese Weise entstehen auf der Waagerechten so viele Maßstäbe, wie Sortengruppen auf der Straße gewalzt werden. Ein senkrechter Schnitt an einer beliebigen Stelle durch diese Skala der Maßstäbe faßt also alle Sorten gleicher Querschnittsfläche zusammen.

Ueber diesen neuen Maßstäben der Waagerechten trägt man die zugehörigen Stundenleistungen auf und erhält so auf einem Bild für jede Sortengruppe eine „Leistungskurve“. So entsteht das Leistungsbild der Straße. Bild 1 gibt ein Beispiel hierfür; es zeigt den Leistungsverlauf für verschiedene Sortengruppen in Abhängigkeit vom Endquerschnitt. Es wird empfohlen, daß jedes Walzwerk sich für jede Straße ein solches Leistungsbild anfertigt.

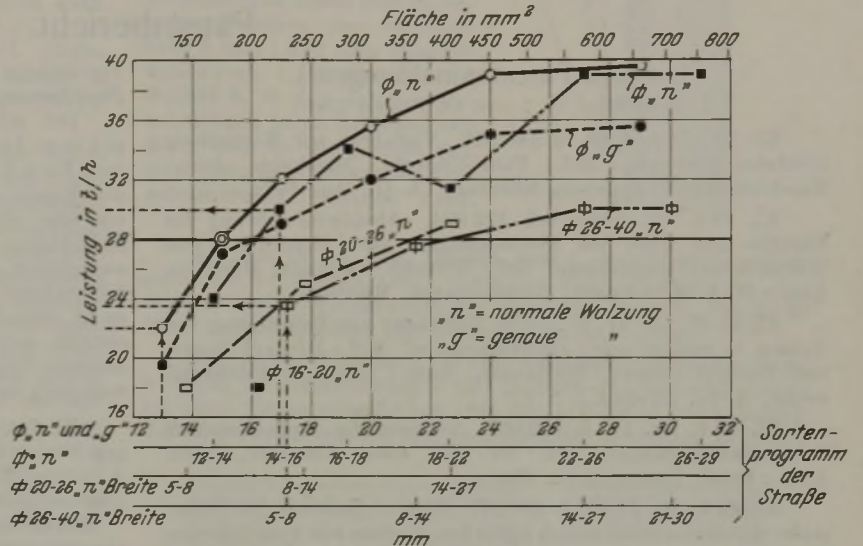


Bild 1. Leistungsbild der Straße. Stundenleistung für verschiedene Sorten in Abhängigkeit vom Endquerschnitt.

#### Folgerungen aus dem Leistungsbild für Rationalisierung und Leistungssteigerung.

Ganz allgemein weist der Verlauf solcher Leistungskurven auf zweierlei hin:

a) Richtige, d. h. Soll-Leistungszahlen sind nur durch genaue Zeitstudien festzustellen; sie sollten in jedem Walzwerk auf diese Weise ermittelt und von Zeit zu Zeit schaubildlich überprüft werden. Mit dem Leistungsbild ist ein einfaches Mittel zur Nachprüfung der verlangten und erreichten Straßenleistungen und zugleich der Akkordsätze gegeben.

Voraussetzung ist hierbei, daß die Losgröße einen Mindestwert nicht unterschreitet, unterhalb dessen der Einfluß der Losgröße auf die Stundenleistung wirksam wird.

b) Nachdem die Richtigkeit überprüft und damit die Vergleichbarkeit der Leistungsangaben gewährleistet ist, kennzeichnet ein stetiger, linearer oder kurvenförmiger Verlauf der Leistungslinie je Sortengruppe, daß das Walzwerk mit allem Zubehör in allen Sorten harmonisch abgestimmt ist.

Die Leistungslinien des Bildes 1 zeigen diese harmonische Abstimmung bis auf die Linie für Quadrat, die bei der Sorte 18 bis 22 □ einen Knick, d. h. einen Leistungsabfall aufweist. Solche Knicke deuten auf eine Störung des harmonischen Leistungsablaufes; es tritt ein engerer Querschnitt auf, der die Leistung in diesem Punkt (Sorte) herabsetzt.

Dieser engste Querschnitt kann verschiedene Ursachen haben. Z. B. kann für diese Sorte die Kalibrierung oder die Verteilung der Kaliber auf die Walzen unzuweckmäßig sein, es können zu wenig Gerüste vorhanden und infolgedessen zuviel Kaliber auf jedem Gerüst sein. Ein solcher Hinweis ist auch kostenmäßig von Wichtigkeit; zu seiner Klärung bedarf es einer besonderen Wirtschaftlichkeitsuntersuchung, ob es bei festliegendem Sortenprogramm kostenmäßig günstiger ist, die gleiche Kaliberzahl auf mehrere Gerüste mit großer Leistung und entsprechend häufigem Gerüstwechsel oder auf wenige Gerüste mit geringerer Leistung und entsprechend seltenerem Gerüstwechsel unterzubringen. Im ersten Fall hat man höhere Kapital-, geringere Verarbeitungs- und höhere Umbaukosten, im zweiten Fall liegen die Dinge umgekehrt.

<sup>2)</sup> Ein terminus technicus aus der Nomographie. Vgl. Diercks, H., und H. Euler: Praktische Nomographie. Entwerfen von Netztafeln. Nomogramme für beliebig viele Veränderliche mit Hilfe der Leitlinie. Praktische Beispiele. 2. Auflage. Düsseldorf 1942.

Ein weiterer Grund für den Leistungsknick in *Bild 1* kann sein, daß die Walzlänge ungünstig oder die Umföhrung von Hand schwierig oder nicht mehr angängig ist. Die Möglichkeit des Umföhrens mit mechanischen Hilfsmitteln (Umföhungen) schwindet mit steigendem Metergewicht, bei manchen Sortengruppen, z. B. Winkeln, Trägern, ist es überhaupt ausgeschlossen. Das bedingt bei derselben Straße gegenüber der Leistung mit Umföhrung einen Leistungsabfall, der gemildert wird, wenn die Kaliber auf mehrere Walzen, die hintereinander liegen, verteilt werden.

Auch der Uebergang vom mehradrigen zum wenigeradrigen Walzen, bedingt durch Ansteigen des Querschnittes, kann Leistungsabfall bewirken, jedoch verläuft dann die Kurve

üblicherweise nach dem Knick in einer neuen harmonischen Kurve weiter.

Das Leistungsbild kann natürlich außer dem Hinweis auf engste Querschnitte nicht gleichzeitig auch noch Ursache und Abhilfemöglichkeit des festgestellten Leistungsabfalls angeben. Das Leistungsbild kann nur den Hinweis geben, daß eine der aufgeführten oder eine andere Ursache vorliegen mag. Art und Abhilfemaßnahmen zur Beseitigung dieses engsten Querschnitts müssen in jedem einzelnen Fall durch entsprechende Untersuchungen festgestellt und getroffen werden. Werden so die Knicke im Leistungsbild ausgebügelt, dann ist damit wohl in der Regel auch eine Leistungssteigerung und eine Rationalisierung der Walzenstraße erreicht.  
Hans Euler.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 7 vom 12. Februar 1942.)

Kl. 18 c, Gr. 3/25, M 146 801. Verfahren zur Herstellung nitrierter Gewinde. Erf.: Paul Cüppers, Augsburg. Anm.: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Augsburg.

Kl. 18 c, Gr. 5/40, Sch 122 824. Absaugvorrichtung für Dämpfe und Gase bei Förderanlagen zum Beschieken von Wärmebehandlungsbädern. Erf.: Wilhelm Bollmann, München. Anm.: H. & R. Schaefer, Förderanlagen, München.

Kl. 21 d<sup>1</sup>, Gr. 11, D 78 672. Verfahren zur Befestigung von Achsen in umlaufenden Dauermagneten. Erf.: Richard Rotter und Herbert Closset, Dortmund. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 40 b, Gr. 17, K 150 053. Verwendung von gesinterten Hartmetalllegierungen. Erf.: Dr. phil. Josef Hinnüber, Essen. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 42 k, Gr. 21/03, L 100 317. Dehnungsmesser für Probe-stäbe mit einem mechanisch optischen System zur Vergrößerung der Aufzeichnung des Meßwertes. Erf.: Wilhelm Marx, Düsseldorf. Anm.: Losenhausenwerk, Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 7 vom 12. Februar 1942.)

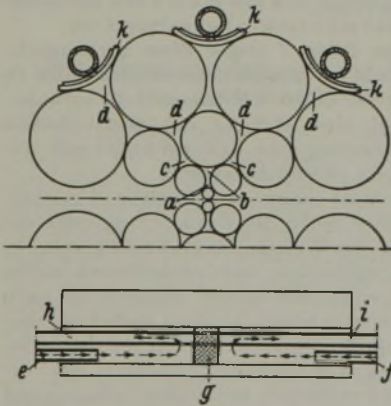
Kl. 7 a, Nr. 1 513 976. Vorrichtung zum axialen Einstellen der Walzen von Walzwerken. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 7 a, Nr. 1 514 105. Gelenkkupplung, insbesondere für Walzwerke. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 17 g, Nr. 1 514 071. Leichtstahlflasche. Mannesmann-Röhren-Werke, Düsseldorf.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 21, Nr. 710 828, vom 6. Oktober 1936; ausgegeben am 22. September 1941. Heraeus-Vacuumschmelze, A.-G., in Hanau. *Vorrichtung zur Kühlung der Walzen von Mehrrollenwalzwerken.*



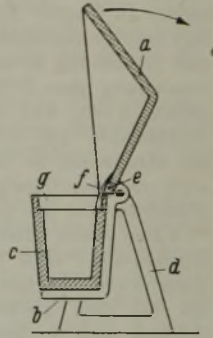
Das Kühlmittel wird von beiden Seiten der Walzen her in die Zwischenräume a, b und c, d zwischen den Walzen durch Rohre e und f eingeföhrt und von der Mitte der Zwischenräume, in der das auf die Rohre gesteckte Füllstück g zum Trennen der Kühlmittelströme angeordnet wird, durch die Rohre h und i nach den Stirnseiten der Walzen zurückgeföhrt. k sind Dichtungstreifen.

Kl. 31 c, Gr. 15<sub>04</sub>, Nr. 710 833, vom 11. August 1935; ausgegeben am 22. September 1941. Zusatz zum Patent 686 764 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 533]. Neunkircher Eisenwerk, A.-G., vormals Gebrüder Stumm in Neunkirchen a. d. Saar. (Erfinder: Johannes Haag in Neunkirchen a. d. Saar.)

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

### Vorrichtung zum Gießen von Flußstahl in Blockformen.

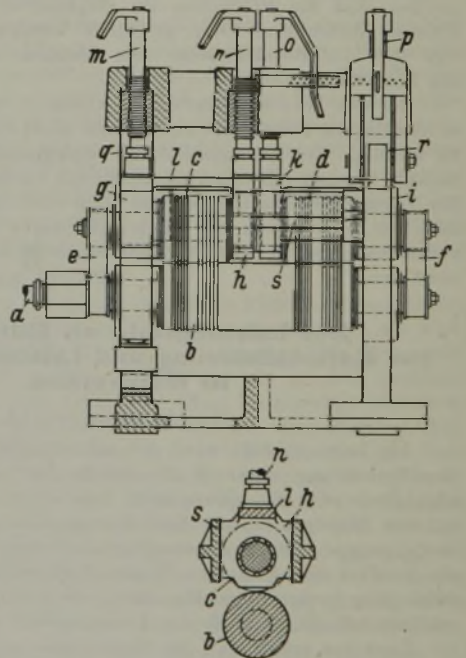
Der schwenkbare Zwischenbehälter a mit dem Arm b und Gießform c ist auf dem Bock d gelagert. Gießform c ist mit der Kante des Behälters a durch den um eine Achse e drehbaren Bügel oder Zulauftrinne f verbunden. Dieser ist so ausgebildet, daß er unter dem Einfluß der Schwerkraft eine Stellung einzunehmen sucht, die nahezu ihrer Betriebsstellung entspricht, wobei der an der Gießform anliegende Schenkel des Bügels in Ausnehmungen g im Innenrand der Gießform paßt.



Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 710 862, vom 30. September 1934; ausgegeben am 23. September 1941. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Mehrfachkaliberwalzwerk zum gleichzeitigen Walzen mehrerer Adern.*

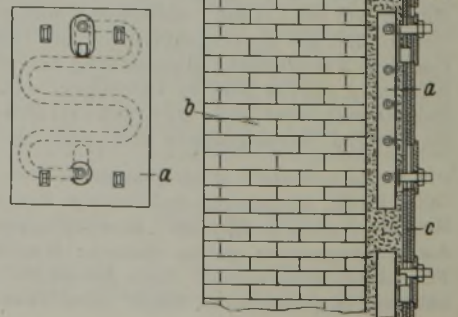
Mit der durch Spindel a angetriebenen unteren Kaliberwalze b arbeiten zwei Kaliberwalzen c, d zusammen, die von der Unterwalze b aus durch Riemen e, f angetrieben werden und deren Zapfen in Einbaustücken g, h und i, k gelagert sind; diese sind durch Querhüupter l miteinander verbunden.

Die Walzen c und d können durch die Druckspindelstellvorrichtungen m, n und o, p für sich verstellbar werden. Die nicht im Walzenständer angeordneten Einbaustücke h und k sind in besonderen, die beiden Walzenständer q, r verbindenden Querstücken s in der Höhe verschiebbar.



Kl. 18 a, Gr. 4<sub>01</sub>, Nr. 710 923 vom 11. November 1938; ausgegeben am 23. September 1941. H. A. Brassert & Co. in Berlin-Charlottenburg. (Erfinder: Thomas Thomson in London.) *Schachtkühlung an Hochöfen.*

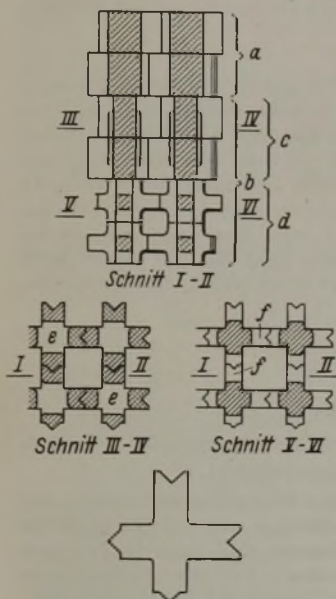
Die plattenförmigen Kühlkasten a sind unabhängig vom Ofenmauerwerk b und Ofenpanzer c in einem zwischen beiden sich befindenden und mit feuerfestem Stoff oder



dergleichen ausgestampftem Ringraum d angeordnet, so daß sie von außen her auf das zu kühlende Schachtmauerwerk wirken.

**Kl. 18 d, Gr. 1<sub>30</sub>, Nr. 710 951**, vom 31. Januar 1931; ausgegeben am 24. September 1941. Sächsische Gußstahl-Werke Döhlen, A.-G., in Freital. *Hochgeschwefelter seigerungs-freier, mit hoher Schnittgeschwindigkeit gut zerspanbarer Automatenstahl.*

Der Stahl enthält 0,03 bis 1,2% C, über 0,45 bis 0,7% S, 0,01 bis 0,03% P und über 1,2 bis 6,0% Mn.



**Kl. 24 c, Gr. 5<sub>01</sub>, Nr. 710 989**, vom 1. Januar 1938; ausgegeben am 24. September 1941. Didier-Werke, A.-G., in Berlin-Wilmersdorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Robert Klesper in Bonn.) *Mehrzonengitterwerk für Regeneratoren.*

Der Heißgasstrom durchzieht von oben nach unten das Gitterwerk mit gleichlaufenden, gerade durchgehenden Gaskanälen, die nach unten zunehmenden rechteckigen Querschnitt haben. Die obere Hauptzone a reicht bis etwa zur Erstarrungstemperatur der Schlacke (1000 bis 900°) und hat nur gleichlaufende Kanäle ohne seitliche Gasdurchtrittsöffnungen. Die Hauptzone b ist in die beiden Zonen c und d unterteilt, wobei die Durchtrittsöffnungen e in der Zone c diagonal durch die Ecken, in der Zone d senkrecht zu den Seiten des jeweiligen Kanalquerschnittes bei f verlaufen. Die Steine sind kreuzförmig mit gegenüberliegenden verschiedenen langen Schenkeln, deren Kopfseiten Nut und Feder haben.

**Kl. 18 a, Gr. 6<sub>08</sub>, Nr. 711 181**, vom 25. September 1938; ausgegeben am 26. September 1941. Demag, A.-G., in Duisburg. (Erfinder: Gustav Wagner in Angermund, Bez. Düsseldorf.) *Hochofengichtverschluß mit Drehrichter.*

Die heb- und senkbare Glocke a hängt an dem Schwinghebel b, an dem jenseits des ortsfesten Drehlagers c das Zugseil d einer Winde e angreift. Seil d liegt am Ende des Hebels b auf einer Rolle f und führt zu einem auf ortsfester Unterlage, z. B. einer Bühne, stehenden Gewicht g, das so bemessen ist, daß es beim Heben und Senken der Glocke a auf seiner Unterlage verbleibt und, wenn nach beendetem Glockenhub die Glocke a an dem Drehrichter h anliegt, auch noch einen genügenden Anpreßdruck der Glocke an dem Drehrichter erzeugt, der jedoch kleiner sein muß als das Gewicht des Drehrichters. Wenn nach beendetem Glockenhub die Winde e etwas nachläuft, so kann sich das nicht in einem Anheben der Glocke mit dem Drehrichter äußern, sondern es wird das Gewicht g angehoben.

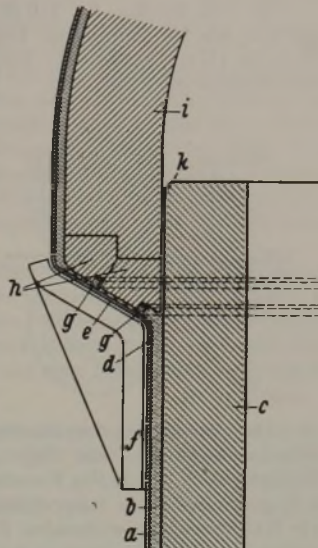
**Kl. 18 c, Gr. 10<sub>02</sub>, Nr. 711 297**, vom 17. Februar 1940; ausgegeben am 29. September 1941. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., in Dortmund. (Erfinder: Dr. phil. Hubert Grewe in Dortmund-Hörde und Dr. phil. Karl Quandt in Dortmund.) *Verfahren zur Entfernung von eisenoxydhaltigen Schlacken in Walzwerksöfen.*

Um die Schlacken zu verflüssigen, wird eine Mischung von festen Brennstoffen oder sonstigen kohlenstoffhaltigen Stoffen mit sauerstoffabgebenden Mitteln auf die zu entfernende Schlacke aufgetragen, z. B. ein Teil Kohlengrus mit zwei Teilen Natronsalpeter usw.

**Kl. 18 a, Gr. 11, Nr. 711 510**, vom 5. September 1935; ausgegeben am 2. Oktober 1941. Heinrich Koppers, G. m. b. H., in Essen. *Hochofenwinderhitzer (System Couper).*

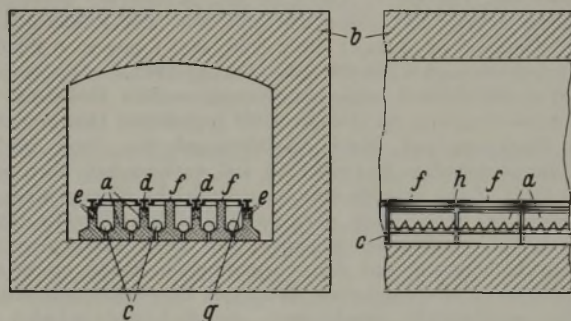
Der zylindrische Schachtmantel a hat innen unter Zwischenschaltung der Isoliermasse b eine Auskleidung von feuer-

festem Mauerwerk c. Am oberen Rande des Mantels a ist durch eine Schweißnaht d für die Winderhitzerkuppel ein ringförmiger Boden e angebracht, der mit Konsolen f abgestützt wird. Auf zwei umlaufenden Leisten g stützen sich die Grundsteine h der Kuppelausmauerung i ab und werden dadurch verhindert, sich unter der Last des Gewölbes nach innen gegen das Schachtmauerwerk zu verschieben und dieses festzuklemmen. Zwischen der Ausmauerung h und i und dem Schachtmauerwerk c ist ein schmaler Schlitz k, so daß das Schachtmauerwerk beim Erhitzen sich nach oben in die Kuppel, d. h. ohne Verschieben des Kuppelmauerwerks, dehnen kann.



**Kl. 18 c, Gr. 11<sub>01</sub>, Nr. 711 626**, vom 3. August 1938; ausgegeben am 3. Oktober 1941. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Ludwig Frankl in Wien.) *Herdabdeckung für elektrisch beheizte Glühöfen.*

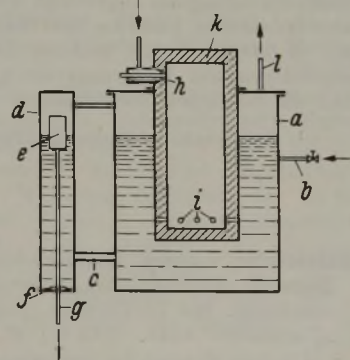
Die Schamottesteine a auf dem Grundmauerwerk des Ofens b tragen die Heizwicklung c und zugleich die Herdabdeckung; auf ihren Stegen oder Rippen sind die Gußleisten d von doppel-T-förmigem Querschnitt mit gegebenenfalls seitlichen Lappen e



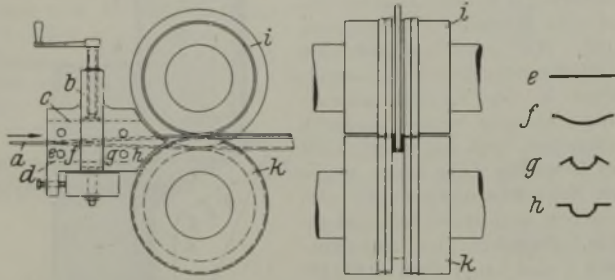
aufgesetzt. Zu beiden Seiten greifen die Gußplatten f mit stufenförmig abgesetzten Fortsätzen g in die Nuten der Leisten d mit einem den Temperaturänderungen im Ofen entsprechenden Spiel ein. An den quer zur Ofenlängsrichtung liegenden Seiten, wo die Platten f nicht von Gußleisten oder -kappen gefaßt werden, greifen die Platten f mit stufenförmig ausgebildeten Absätzen h ineinander, so daß die Platten in seitlicher und lotrechter Richtung in ihrer Lage festgehalten werden.

**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>00</sub>, Nr. 711 182**, vom 1. Juli 1938; ausgegeben am 26. September 1941. Indugas, Industrie- und Gasofen-Baugesellschaft m. b. H. in Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. Werner Heiligenstaedt in Essen.) *Vorrichtung zur Erzeugung von Schutzgas aus unvollkommen verbrannten Heizgasen.*

Der Wasserbehälter a mit der Zuleitung b ist durch Leitung c mit dem Schwimmerbehälter d verbunden, der durch Schwimmer e beim Erreichen einer bestimmten Wassersäulenhöhe durch Anheben des Ventils f die Ableitung g freigibt. Die im Brenner h für Koksofengas und Luft entwickelten Verbrennungsgase können durch die Öffnungen i des Tauchbrenners k in den Wasserraum des Behälters a entweichen, werden dabei abgekühlt sowie von ihren Schwefelverbindungen befreit und durch Leitung l weggeleitet. Dieses Gas kann durch geeignete Vorrichtungen, z. B. einen Erhitzer, von den letzten Spuren von Sauerstoff befreit oder sein Kohlensäuregehalt durch nachgeschaltete Adsorptionsbäder verringert werden.

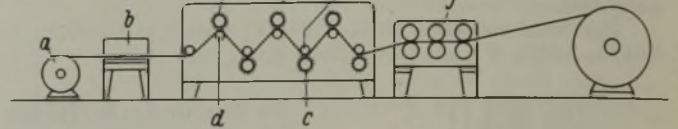


**Kl. 7 b, Gr. 8<sub>01</sub>, Nr. 710 902**, vom 17. November 1935; ausgegeben am 23. September 1941. Otto Kuhlmann & Co. in Westig (Kr. Iserlohn). *Verfahren zur Herstellung von Rohren und Profilen aller Art.*



Das Band oder der Blechstreifen a wird in dem durch eine Druckvorrichtung, wie Schraubenspindel usw., einstellbaren Preßgesenk b durch die Formbacken c, d mit den Formflächen e, f, g, h allmählich vorprofiliert und anschließend zwischen den als Kaliberwalzen wirkenden Zugwalzen i, k endgültig geformt, wobei das Preßgesenk vom Anbeginn des Walzens als Ziehöse wirkt.

**Kl. 7 b, Gr. 6<sub>01</sub>, Nr. 712 037**, vom 13. November 1937; ausgegeben am 10. Oktober 1941. Dipl.-Ing. Fritz Stiehl in Düsseldorf und Maschinenfabrik August Seuthe in Hemer (Kr. Iserlohn). *Vorrichtung zur Oberflächenreinigung (Entzunderung) von Bandeseisen.*



Die vom Haspel a ablaufenden und in der Schweißvorrichtung b aneinandergfügten Bandstücke durchlaufen eine aus Bürstenwalzen c und dünnen Knickwalzen d bestehende Reinigungsvorrichtung e, wobei immer eine der Umlenkwalzen und eine der Reinigungswalzen zu Paaren zusammengefaßt sind, die das Band zwischen sich aufnehmen; sie sind so angeordnet, daß das Band zickzackförmig geführt wird und dabei von beiden Seiten sowie über die ganze Breite vom Zunder befreit wird. Hierauf wird es durch die Fördervorrichtung f zum Haspel befördert.

## Wirtschaftliche Rundschau.

### Aus der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie.

Die Roheisengewinnung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika belief sich im Januar 1942 auf 4,51 Mill. t gegen 4,55 Mill. t im Dezember und 4,23 Mill. t im Januar des Vorjahres. Die Tageserzeugung erreichte hiernach 147 000 gegen 147 000 und 136 000 t. Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen betrug 217 gegen 216 und 205. Die Flußstahlerzeugung erreichte im Januar 1942 6 467 000 t gegen 6 499 000 t im Dezember und 6 286 000 t im Januar 1941.

Wie die Zahlen erkennen lassen, weisen Roheisen- und Flußstahlerzeugung im Januar 1942 gegenüber Dezember 1941 einen Rückgang auf. Nach Ausführungen des „Iron Age“ beruht die rückläufige Entwicklung auf wachsendem Mangel an Schrott<sup>1)</sup>. Zwar erhofft man zum Frühjahr eine gewisse Entspannung der Schrottlage, doch ist man sich anderseits darüber klar, daß der heimische Schrottentfall nicht ausreichen wird, die Stahlgewinnung auf den vorgesehenen Stand zu bringen. Die amtlichen Stellen haben daher im Einvernehmen mit den großen Stahlwerken beschlossen, die Schrotteinfuhr nach Möglichkeit zu steigern; zur Erreichung dieses Zieles ist die Preisüberwachung für ausländischen Schrott mit sofortiger Wirkung aufgehoben worden. Die Stahlindustrie will die Schrotteinfuhr für 1942 auf 300 000 t erhöhen. Aber selbst wenn es gelingen sollte, sich diese Bezüge aus dem Auslande zu sichern, so wäre damit noch nicht viel geholfen, denn die eingeführten Mengen würden nur 1 % des gesamten Schrottbedarfs ausmachen, der für 1942 auf 30 Mill. t veranschlagt wird.

Die zum überwiegenden Teil bei der American Steel Exporters Association zusammengefaßte Stahlausfuhr ist angesichts des stark vermehrten Bedarfs der amerikanischen Rüstungsindustrie stark gedrosselt und im Vergleich zum Vorjahr im Durchschnitt um annähernd die Hälfte eingeschränkt worden. Die Ausfuhr nach Australien, Neuseeland und den übrigen Ländern Südostasiens ist vollständig eingestellt worden, während der Südafrikanischen Union nur 20 % des ihr früher eingeräumten Ausfuhrkontingents zugebilligt worden sind. Von den den südamerikanischen Ländern für 1942 zugesagten 216 000 t sollen nur 86 000 t geliefert werden. Die mit Spanien und Portugal abgeschlossenen Lieferungsverträge sind aufgehoben worden, und die restlichen überseeischen Märkte mit Ausnahme Groß-

britanniens werden nur mit 50 % ihrer Bezüge in den ersten 9 Monaten des vergangenen Jahres beliefert.

Die Bemühungen des britischen Einkaufsausschusses in den Vereinigten Staaten, sich erhöhte Bezüge von Schrott, Flußstahl und Walzwerkserzeugnissen zu sichern, sind nach langwierigen Verhandlungen ergebnislos verlaufen. Für die Ausfuhr nach Großbritannien sind für das erste Vierteljahr 1942 nur 35 000 t mehr freigegeben worden, als ursprünglich vorgesehen war. Dieser Posten wird aber von den Kriegsgerätlieferungen wieder in Abzug gebracht, so daß Großbritannien in der Versorgung aus den Vereinigten Staaten noch schlechter gestellt sein wird als bisher, obgleich von britischer Seite mit Nachdruck darauf hingewiesen worden ist, daß die ursprünglich vereinbarten Lieferungen zur Deckung des englischen Bedarfs nicht annähernd ausreichen.

### Die spanische Roheisen- und Flußstahlerzeugung im Jahre 1941.

Die spanische Roheisen- und Flußstahlerzeugung hat im Jahre 1941 den Stand des Vorjahres nicht ganz erreicht. In Roheisen ist sie um rd. 42 000 t und in Flußstahl um rd. 92 000 t zurückgeblieben. Die Abnahme erklärt sich in der Hauptsache aus Mangel an wichtigen Rohstoffen wie Eisenmangan, ferner aus Brennstoffmangel, wozu noch die üblichen Verkehrsstörungen in den Wintermonaten kommen. In den einzelnen Monaten der beiden letzten Jahre entwickelte sich die gesamtspanische Roheisen- und Flußstahlerzeugung wie folgt:

	Roheisen		Rohstahl	
	1940 t	1941 t	1940 t	1941 t
Januar . . . . .	46 183	38 013	64 043	56 764
Februar . . . . .	41 413	33 963	61 335	54 733
März . . . . .	49 890	42 049	64 772	56 448
April . . . . .	47 663	45 011	69 301	63 510
Mai . . . . .	47 994	49 190	64 581	65 599
Juni . . . . .	49 438	49 697	64 490	61 458
Juli . . . . .	51 543	50 537	66 446	60 403
August . . . . .	49 616	46 401	68 867	56 913
September . . . . .	50 327	48 537	66 156	60 520
Oktober . . . . .	51 062	51 866	69 566	60 703
November . . . . .	50 992	41 823	63 322	46 080
Dezember . . . . .	44 650	39 939	57 063	44 213
Januar/Dezember . . . . .	580 771	537 026	779 922	687 344

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 78/79.

## Buchbesprechungen.

**Steinbrecher, Ludwig**, Bauingenieur, Oberscheld: **Hüttenbims als Baustoff**. Eigenschaften, Verwendungsmöglichkeiten und Verarbeitung. Mit 72 Textabb. Leipzig: Verlag der Fachzeitung „Baumarkt“ 1941. (115 S.) 8°. 1,00 R.M.

Die Schrift zeigt die verschiedenartigen Wege, die der fertige Hüttenbims von seiner Erzeugungsstätte aus in das Bauwesen nimmt. Nach einer Beschreibung der bautechnisch wichtigsten Eigenschaften des Hüttenbimses wird zunächst die Verwendung für Auffüllungen verschiedenster Art sowie die Verarbeitung des Hüttenbimses mit Bindemitteln eingehend dargelegt. Für

die Herstellung des Leichtbetons auf der Baustelle zu Wänden, Decken, Unterbeton und Estrich werden ins einzelne gehende Angaben gemacht. Der größte Abschnitt befaßt sich mit der Herstellung von Betonwaren und Fertigbauteilen, wie Hütten-schwemmsteinen, Hohlblocksteinen, Deckensteinen, Voll- und Hohlziegeln und Formsteinen aller Art. Dieser Teil des Buches enthält nahezu alle für die Herstellung und Verwendung notwendigen Angaben, von den statischen Berechnungen angefangen über die Arbeitsweise und die notwendigen Hilfsgeräte, über Arbeits- und Stoffaufwand bis zu den Anweisungen über

den zweckmäßigen Einbau der Baustoffe und Bauteile einschließlich der jeweils in Frage kommenden amtlichen Bestimmungen und Normen. Viele anschauliche Bilder und technische Zeichnungen erleichtern nicht nur dem Hüttenbimshersteller und -verkäufer die notwendige Vorstellung davon, wie ihre Erzeugnisse im Bauwesen zweckmäßig verwendet werden, sondern werden auch dem planenden Bauingenieur und Architekten als Anregung für den zweckmäßigen Einsatz von Hüttenbims dienen können. So wird die Schrift vom Erzeuger und Verbraucher gleichermaßen dankbar begrüßt werden.

Einige für den gesamten Eindruck unwesentliche Unebenheiten werden sich bei einer neuen Auflage leicht beseitigen lassen. So wäre z. B. zur Abrundung ein näheres Eingehen auf die Eigenschaften anderer Hüttenbimsarten erwünscht, wozu die demnächst erscheinenden Richtlinien für die Lieferung von Hüttenbims greifbare Unterlagen geben werden. Das Vorbringen dieser Wünsche erscheint deshalb berechtigt, weil die erste Auflage des Buches bereits nahezu vergriffen ist, ein Beweis dafür, daß sein Erscheinen allgemein als Bedürfnis empfunden wurde.

Fritz Keil.

**Handbuch der Metallphysik.** Unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen hrsg. von Prof. Dr. G. Masing, Göttingen. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Becker & Erler, Kom.-Ges. 8°.

Bd. 1: **Der metallische Zustand der Materie.** T. 2. Wagner, C., Professor Dr., Darmstadt: **Thermodynamik metallischer Mehrstoffsysteme.** — **Chemische Reaktionen der Metalle.** — Kuntze, W., Professor Dr.-Ing., Berlin-Dahlem: **Mechanische Eigenschaften metallischer Systeme.** — Mit 135 Abb. im Text. 1940. (VIII, 352 S.) 37 *R.M.*, geb. 39 *R.M.*

Der erste Abschnitt behandelt in den einleitenden Kapiteln die thermodynamischen Funktionen, die Zustandsgleichungen für Mischphasen mit ungeordneter und geordneter Atomverteilung und die Beziehungen zwischen den Energie- und Zustandsschaubildern. Sodann geht C. Wagner auf die zur Ermittlung von Bildungswärmen, Dampfdrücken und Aktivitätskoeffizienten üblichen Meßverfahren und die erhaltenen Meßergebnisse ein.

Der zweite Abschnitt behandelt chemische Reaktionen von Metallen und Legierungen. Es kommt Wagner darauf an, den Mechanismus der chemischen Umsetzung näher zu beleuchten und seine Gesetzmäßigkeiten festzulegen, aus denen der Praktiker wertvolle Folgerungen ziehen kann. Behandelt werden Oxydationsvorgänge an reinen Metallen und Legierungen, Reaktionen der Metalle mit Stickstoff, Halogenen und Schwefel sowie Korrosionsvorgänge in wäßrigen Lösungen.

Der dritte Abschnitt des Buches beschreibt die mechanischen Eigenschaften metallischer Systeme unter Berücksichtigung des stofflichen Aufbaues. W. Kuntze behandelt in dem ersten Teil seines Berichtes die stofflichen Grundlagen der Festigkeit (Elastizität, Gleitwiderstand, Kohäsionswiderstand, Kopplung von Gleit- und Kohäsionsüberwindung, Allgemeine Charakterisierung der Metallfestigkeit). Der zweite Teil beschreibt die

mechanischen Grundlagen der Festigkeit (spannungsbedingte Festigkeit, zeit- und temperaturbedingte Festigkeit). Bemerkenswert gegenüber anderen gleichartigen Abhandlungen ist das Bestreben des Verfassers, bei der Eigenschaftsbewertung von Werkstoffen zu einer „einheitlichen und strukturell begründeten Begriffsbildung und Festigkeitsterminologie“ zu gelangen. Wenn wir auch von der Erreichung des gesteckten Zieles noch weit entfernt sind, so ist es doch begrüßenswert, daß Kuntze als ersten Schritt auf diesem Wege eine festere Kopplung zwischen den eingebürgerten Festigkeitsbegriffen und dem strukturellen Aufbau vollzieht.

Der neue Band des Handbuches der Metallphysik stellt eine wertvolle Bereicherung unseres wissenschaftlich-technischen Schrifttums dar. Er ist für den wissenschaftlich geschulten Fachmann geschrieben und bietet diesem eine wertvolle Zusammenfassung der Grundlagen und eine Fülle von Anregungen.

Hans Esser.

**Hahn, Günter: Meßmittel und Prüfverfahren in der mechanisch-technologischen Metallprüfung.** (Mit 56 Abb.) Braunschweig: Friedrich Vieweg & Sohn 1941. (VI, 402 S.) 8°. 7,50 *R.M.* (Verfahrens- und Meßkunde der Naturwissenschaft. Heft 3.)

Das Buch bringt eine Uebersicht über die Meß- und Prüfverfahren der mechanischen Werkstoffprüfung. Im ersten Teil behandelt es die Geräte zur Ausmessung der Proben und zur Bestimmung der Formänderung, die Kraftmesser der Prüfmaschinen und die Meßgeräte zur Nachprüfung der Kraftanzeige. Der zweite Teil umfaßt die Beschreibung der Prüfverfahren, und zwar der Festigkeitsprüfung bei ruhender, bei schlagartiger und bei schwingender Beanspruchung, der Härtemessung und der technologischen Prüfung. Bei dem geringen Umfang des Heftes können die einzelnen Abschnitte nur kurz gehalten sein, so daß sie oft nicht in die Einzelheiten gehen. Das Buch gestattet jedoch einen guten Ueberblick über das Gebiet der Werkstoffprüfung.

Alfred Krisch.

**Zinktaschenbuch.** Hrsg. von der Zinkberatungsstelle, G. m. b. H., Berlin. (Mit zahlr. Abb.) Halle a. d. S.: Wilhelm Knapp 1941. (VII, 373 S.) 8°. Geb. 5,50 *R.M.*

Zink gehört zu den Metallen, deren Rohstoffe wir in reichlichem Maße zur Verfügung haben; die Förderung an Zinkerz im großdeutschen Raum steht an zweiter Stelle in der Weltstatistik. Es ist deshalb selbstverständlich, daß das Zink an Stelle von anderen, schwieriger zu beschaffenden Metallen und Werkstoffen überall eingesetzt werden sollte, wo es möglich ist. Ein brauchbares Hilfsmittel zur ersten Unterrichtung über Erzeugung, Verarbeitung, Eigenschaften, Verwendungsmöglichkeiten und Lieferquellen des Zinks und seiner Legierungen bietet hierbei das von der Zinkberatungsstelle herausgegebene Taschenbuch, das sich dank seinem schon bewährten Aufbau ohne Zweifel schnell einführen und einen großen Verwendungskreis finden wird.

Hans Schmitz.

## Vereins-Nachrichten.

### Fachausschüsse.

Donnerstag, den 19. März 1942, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

#### 165. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Einheitliche oder betriebseigene Kostenrechnung. Berichterstatter: Direktor H. Kreis, Düsseldorf.
2. Kostenrechnungsregeln und -richtlinien und ihre Auswirkung auf die Preisbildung. Berichterstatter: Dr. M. Metzner, Berlin.
3. Aussprache.

### Eisenhütte Südwest,

Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik.

Mittwoch, den 25. Februar 1942, 15 Uhr, findet im Haus der Technik Westmark, Saarbrücken, Hindenburgstr. 7, eine Sitzung des

#### Fachausschusses Thomasstahlwerk

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Aussprache über die Verwendung von Stahlwerksteer.
2. Prüfung des Spiegeleisenverbrauchs.
3. Stand der Vanadinerzeugung.
4. Aussprache über Dolomit.
5. Verschiedenes.

### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Alberts, Walter, Dr.-Ing., Direktor, Vorsitzender des Vorstandes des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Hattingen (Ruhr), Bismarckstr. 67. 11 002
- Brandt, Klaus, Dipl.-Ing., Direktor, Reichswerke A.-G. für Berg- u. Hüttenbetriebe „Hermann Göring“, Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 62/64; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstr. 111. 34 023
- Duphorn, Alfred, Dipl.-Ing., Direktor, Westf. Union A.-G. für Eisen- u. Drahtindustrie, Hamm (Westf.); Wohnung: Heßlerstraße 41. 25 021
- Eichel, Karl Heinrich, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Abt. Unterwellenborn, Unterwellenborn; Wohnung: Röblitzstr. 79 a. 17 016
- Evers, Alfons, Dr.-Ing., Eisen- u. Stahlwerke Hagendingen, Hagendingen (Lothringen); Wohnung: Gartenstr. 14. 34 051
- Fröhring, Josef, Obergeringieur, Leiter des Konstruktionsbüros der Geisweider Eisenwerke A.-G., Geisweid (Kr. Siegen); Wohnung: Untere Kaiserstr. (Hotel Stahlhof). 33 029
- Hömberger, Hermann, Dipl.-Ing., Oberbaurat, Direktor, Staatl. Ingenieurschule, Dortmund, Sonnenstr. 98; Wohnung: Neuer Graben 23. 36 179
- Hubers, Kurt, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Hoesch A.-G., Dortmund; Wohnung: Oesterholzstr. 133. 21 050
- Hübner, Karl, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Werk Gustavsburg, Mainz-Gustavsburg; Wohnung: Darmstädter Landstr. 76. 37 196

**Kauth, Karl**, Dipl.-Ing., Werkdirektor, Ruhrstahl A.-G., Gußstahlwerk Witten, Witten, Auestr. 4; Wohnung: Nordstr. 9. 35 262

**Kraus, Carl**, Fabrikdirektor i. R., Dahlbruch über Kreuztal (Kr. Siegen), Müssener Str. 10/3. 07 053

**Müller, Hubert**, Dr.-Ing., Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, Berlin NW 7, Unter den Linden 10; Wohnung: Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 58. 31 066

**Rentrop, Ernst Wilhelm**, Prokurist, Fa. Schmidt & Clemens, Edelstahlwerk, Berghausen (Bz. Köln); Wohnung: Gummersbach, Berstigstr. 7. 40 054

**Rudolph, Walter**, Dr. phil., Betriebsassistent der Vergüterei der Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Linz (Oberdonau); Wohnung: Angestelltenheim Spallerhof, Glimpfingerstr. 40 297

**Schürer, Josef**, Direktor, Reichswerke A.-G. Alpine Montanbetriebe „Hermann Göring“, Linz (Oberdonau), Postfach 2. 39 371

**Stadeler, August**, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Ruhrstahl A.-G., Henrichshütte, Hattingen (Ruhr); Wohnung: Bismarckstr. 59. 11 148

**Stebel** (Namensänderung, früher Pszczolka), Oskar, Ingenieur, Betriebsleiter, Preßwerk Laband G. m. b. H., Abt. Energiewirtschaft, Laband (Oberschles.); Wohnung: Im Waldwinkel 13. 35 430

**Villoresi, Egidio**, Dr., Prokurist, Dalmine Società Anonima, Dalmine (Prov. Bergamo/Italien). 38 193

Den Tod für das Vaterland fand:

**Behler, Werner**, Dipl.-Ing., Bochum. \* 4. 9. 1919. † 24. 1. 1942. 39 461

Gestorben:

**Hauck, Julius**, Direktor a. D., Baden (b. Wien). \* 3. 10. 1878, † 26. 1. 1942. 10 045

**Lindenthal, Rudolf**, Dr. techn., Kladno (Böhmen). \* 6. 2. 1885, † 15. 1. 1942. 22 113

### Neue Mitglieder.

**Baumann, Adolf**, Dipl.-Ing., Oberbaurat, Direktor, Staatsgewerbeschule, Abt. Staatl. Ingenieurschule, Mährisch Schönberg (Ostsudetenland); Wohnung: Bürgerwaldstr. 1. 42 062

**Horchemer, Josef**, Betriebsingenieur, August-Thyssen-Hütte A.-G., Hütte Ruhrort-Meiderich, Duisburg-Meiderich; Wohnung: Stahlstr. 50. 42 063

**Kachel, August**, Ingenieur, Fa. Elektro-Industrie-Ofenbau A. Kachel, Essen, Postfach 982; Wohnung: Essen-Stadtwald, Drosselstr. 10. 42 064

**Keller, Alfred**, stud. ing., Freiberg (Sachs.), Buchstr. 23. 42 065

**Krug, Rudolf**, Betriebsingenieur, Mitteldeutsche Stahl- und Walzwerke Friedrich Flick K.-G., Hennigsdorf (Osthavelland); Wohnung: Marwitzer Str. 50. 42 066

**Neitzert, Werner**, Prokurist, Edelstahlwerk Düsseldorf-Heerdtt G. m. b. H., Düsseldorf-Heerdtt; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Löricker Str. 164. 42 067

**Peters, Helmuth**, Betriebsingenieur, Bergische Stahl-Industrie, Remscheid; Wohnung: Bismarckstr. 32. 42 068

**Pohl, Wilhelm**, Dipl.-Ing., 1. Gießereiasistent, Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Linz (Donau); Wohnung: Spallerhof-Ledigenheim. 42 069

**Trojer, Felix**, Dr. phil., Assistent, Fried. Krupp A.-G., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Zweigertstr. 41. 42 070

**Voigt, Hans**, Ingenieur, Chefkonstrukteur, Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar); Wohnung: Mozartstr. 2. 42 071

**Weiß, Kurt**, Walzwerksassistent, Klöckner-Werke A.-G., Werk Osnabrück, Georgsmarienhütte (Kr. Osnabrück); Wohnung: Hindenburgstr. 11. 42 072

**Wölfer, Franz**, Dipl.-Ing., Betriebschef, Eisen- und Stahlwerke Kneuttingen, Kneuttingen (Westm.); Wohnung: Kneuttingen-Nilvingen (Westm.), Adolf-Hitler-Str. 7. 42 073

**Zeidler, Rudolf**, Bergingenieur, Generaldirektor a. D., Esbo, Sökö (Finnland). 42 074

### Maximilian Schwartz †.

Am 23. Dezember 1941 starb im 66. Lebensjahre nach längerem Leiden unser langjähriges Mitglied, Hüttdirektor i. R. Kommerzienrat Maximilian Schwartz in Witten (Ruhr).

Schwartz war als jüngstes Kind von sechs Geschwistern am 27. Februar 1875 in Minden i. W. geboren. Da sein Vater schon früh starb, mußte sich der strebsame Schüler auf dem Realgymnasium in Minden durch Nachhilfeunterricht bei zahlreichen Mitschülern sein späteres Studium selbst verdienen. Nach Ablegung der Reifeprüfung zu Ostern 1895 ging er zur praktischen Ausbildung für ein Jahr an die Eisenbahn-Hauptwerkstätte in Bremen, trat darauf, um sich weitere Mittel zu beschaffen, als Lokomotivheizer in den Fahrdienst der Eisenbahn und legte bis zum 30. September 1896 seine Lokomotivführer-Prüfung ab.

Sein Studium auf der Technischen Hochschule in Charlottenburg wurde ihm auf Grund seiner außerordentlichen Begabung und seines großen Fleißes sehr dadurch erleichtert, daß ihm von 1897 bis 1900 Honorarerlaß und für zwei Jahre dazu noch ein besonderes Regierungsstipendium gewährt wurde.

Professor Riedler holte Schwartz 1901 auf sein Technisches Büro. Nach Ableistung seiner militärischen Dienstpflicht trat er 1903 in die Dienste der Maschinenbauanstalt Humboldt in Kalk und 1906 als Oberingenieur in die der Maschinenfabrik Oechelhäuser in Siegen i. W. Neben dem Bau von Fördermaschinen, Pumpen usw. befaßte sich Schwartz hier später als Technischer Direktor und Vorstand vor allem mit der Entwicklung des Zweitaktgasmotors, der sich auf den Hüttenwerken als Gebläsemaschine ein weites Arbeitsfeld eroberte. Nach dem Uebergang der Firma Oechelhäuser an die Gebr. Weiß trat Schwartz am 1. Januar 1918 als Technischer Direktor und Vorstandsmitglied bei der Dingler'schen Maschinenfabrik in Zweibrücken ein. Die Folgen des unglücklichen Krieges, Streiks, Besetzung der Pfalz durch die Franzosen, Inflation, Abtrennung des Saargebiets, gestalteten seine Arbeit hier von vornherein sehr schwierig. Als 2. Vorsitzender des Arbeitgeber-Verbandes der Pfalz lag ihm dazu die Führung des passiven Widerstandes, der wirt-

schaftlichen Kämpfe, die Aufrechterhaltung des Zusammenhangs der Pfalz mit Bayern und dem Reich, die Geldbeschaffung u. dgl. ob. Für sein tatkräftiges Eingreifen in dieser schweren Zeit unter dem Druck der Besatzung ernannte ihn die bayrische Regierung zum Kommerzienrat.

Nach dem finanziellen Zusammenbruch von Dingler setzte sich Schwartz, der selbst auch große Verluste erlitten hatte, 1926 zur Ruhe und zog, nachdem er längere Zeit bei seinem Bruder in Hörstel, der dort eine Glashütte leitete, Unterkunft gefunden und sich inzwischen in Witten ein neues Heim erbaut hatte, nach dort.

Die Entwicklung der Zweitaktgasmaschine war es vor allem, die ihn hier dauernd beschäftigte. Es gelang ihm, auf seinem alten Arbeitsgebiet wesentliche Verbesserungen zu erzielen, die alte Ventilsteuerung ganz zu beseitigen und durch umlaufende Kolbenschieber zu ersetzen sowie die Leistung der Maschinen um 15 % zu erhöhen. Wenn es Schwartz auch vergönnt war, noch einige nach seinen Patenten umgebaute Maschinen dem Betrieb zu übergeben, so hat ihm doch der Tod die Erfolge seiner Arbeit vorenthalten, zumal da verschiedene Umstände es unmöglich machten, den Um- und Neubau der Zweitaktmaschinen so zu fördern, wie er es gern gesehen hätte.

In den letzten Jahren lebte Schwartz sehr zurückgezogen; von jedem lauten und öffentlichen Wesen hielt er sich fern; übergroße Einfachheit und Schlichtheit kennzeichneten sein Wesen; seine Lebensarbeit und die ihr gewordene Anerkennung waren nur seinen nächsten Vertrauten bekannt. Als Student in Berlin hatten es ihm die Havelseen angetan, seine freie Zeit gehörte dem Segelboot, doch trieb ihn sein außerordentlich musikalisches Empfinden viel ins Theater. Sein großes technisches Wissen, seine guten Kenntnisse in der Geschichte und seine vielseitige Belesenheit erhielten ihm seine geistige Frische.

Als Letzter seines Stammes wurde Schwartz in aller Stille im Beisein seiner nächsten Familienangehörigen in der Familiengruft auf dem Friedhof in Minden beigesetzt.



Schwartz