

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 23

4. JUNI 1942

62. JAHRGANG

Farbanstriche und Farbstifte zur Messung von Temperaturen zwischen 40⁰ und 650⁰.

Von Kurt Guthmann in Düsseldorf.

[Mitteilung Nr. 305 der Wärmestelle und Bericht Nr. 93 des Maschinenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik*].

(Anwendungsweise, Anwendungsbereich und Verwendungsmöglichkeiten der Temperatur-Meßfarben und -Meßfarbstifte.)

Aus betrieblichen Gründen ist es vielfach unmöglich, die an irgendeinem Punkt herrschende Temperatur zu messen, da man mit dem Meßgerät nicht an die unzugänglichen Stellen oder Flächen der höchsten Temperatur kommen kann. So ist gerade die Kenntnis und Ueberwachung der Erwärmung von umlaufenden Teilen, wie Lagern, Erwärmung von elektrischen Maschinen oder sonstigen besonders gefährdeten Maschinenteilen von grundsätzlicher Bedeutung und oft von höchster Wichtigkeit für den Betriebsablauf. Oft möchte man die Temperatur von Preßstücken, von Eisen- oder Leichtmetallteilen bei der Vergütung und von ähnlichen Werkstücken ungefähr kennen, oder man möchte wissen, wann ein bestimmter Temperaturbereich erreicht wird. Dies kann z. B. beim Weich- oder Hartlöten, Tauch- oder Flammenlöten, vor allem aber beim Schweißen wichtig sein, wo immerhin schon beträchtliche Temperaturen in der Nähe der Löt- oder Schweißstelle auftreten können. Gerade bei Stahl mit höherem Kohlenstoffgehalt ist die Aufheizungsgefahr beim Arbeiten mit dem Schweißbrenner oder im Schmiedefeuer besonders hoch. Für alle diese Fälle wurden die seit einigen Jahren bekannten temperaturabhängigen Farben und wachsartigen Farbstifte entwickelt, mit denen die zu messende Stelle bestrichen wird. Im Schrifttum sind derartige Farbanstriche schon mehrfach erwähnt worden¹⁾.

Mit den seit einiger Zeit im Handel befindlichen temperaturanzeigenden Farben und Meßstiften sind von der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute (Wärmestelle Düsseldorf) Versuche im Laboratorium und im Betrieb durchgeführt worden. Der Meßbereich dieser auf chemischer Grundlage reagierenden Meßfarben „Thermocolor“²⁾, die ihre ursprüngliche Farbe beim Erreichen und Ueberschreiten bestimmter Temperaturen ändern, liegt zwischen 40 und 650⁰. Der Farbumschlag

deutet die jeweiligen Temperaturverhältnisse an. Es handelt sich um komplexe, zum Teil sehr verwickelt aufgebaute Salze der verschiedensten Metalle, wie Kupfer, Kobalt, Nickel, Chrom, Molybdän, Uran usw., teilweise auch Blei, die sich bei bestimmten Temperaturen durch Oxydation oder durch Abspalten von Wasser, Kohlensäure und Ammoniak von Orthosalzen in Pyrosalze wandeln³⁾. Als Bindemittel wird ein in Alkohol lösliches synthetisches Harz mit Farbstoff beigemischt.

Der Anwendungsbereich ist recht vielseitig und erstreckt sich auf die verschiedensten Gebiete von Forschung und Betrieb. Allerdings ist die Anwendung durch die Zahl der vorhandenen Temperaturfarben und ihre Umschlagspunkte begrenzt. Die Vorteile gegenüber den sonstigen Meßverfahren sind:

1. Ermittlung der Gestalt und Ausdehnung von Temperaturfeldern an der Oberfläche von Körpern mit Thermocolor-Meßfarben. Der Farbwechsel zeigt die Lage einer oder mehrerer Isothermen selbsttätig an.
2. Einfache Anwendungsweise der Thermocolor-Farben durch Auftragung mit Pinsel oder Anspritzen mit Spritzpistole. Bei Verwendung von Thermochrom-Farbschmelzstiften einfacher Abstrich auf dem zu messenden Körper.

Dieses vollkommen selbsttätig arbeitende Verfahren erfordert zur Auswertung keinerlei Vorrichtungen, Meßleitungen oder kostspielige und empfindliche Meßgeräte. Während jedoch die Thermocolor-Meßfarben im allgemeinen nach längerer Anwärmezeit (10 bis 30 min) anzeigen, zeigen die Thermochrom-Meßstifte schon nach etwa 1 bis 2 s an.

Auch eine punktweise Temperaturmessung ist durch die Verwendung der Farbstifte möglich; an dem zu untersuchenden Gegenstand braucht man nur einen kleinen Strich zu machen, am Farbumschlag läßt sich dann die Umschlagtemperatur feststellen.

Meßfarben.

Der pulverförmige Farbstoff wird mit Spiritus angerührt und mit einem Pinsel (bei schlecht zugänglichen Stellen oder großen Flächen mit einer Spritzpistole) dünn auf den gut gereinigten (kalten oder schon warmen) Gegenstand aufgetragen; 1 kg streich- oder spritzfähige Farbe reicht für 9 bis 14 m² aus. Die Farbschicht, die benzin- und ölfest ist, trocknet sehr schnell. Gase, die durch Gehalt an Wasser-

*) Vorgetragen in der 30. Vollsitzung des Maschinenausschusses am 26. September 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Ley, H.: In: Handbuch der Physik, hrsg. von H. Geiger und K. Scheel, Bd. 21. Berlin 1929. S. 39. Pinnock, H. T.: J. Soc. chem. Ind. 38 (1919) S. 78/79; vgl. Chem. Zbl. 90 (1919) IV, S. 259/60. Enzyklopädie der technischen Chemie, hrsg. von F. Ullmann, Bd. 6, 2. Aufl. Berlin 1930. S. 295/96.

²⁾ Penzig, F.: Z. VDI 83 (1939) S. 69/74.

³⁾ Penzig, F.: Techn. Mitt., Essen, 34 (1941) S. 88/91; Chem. Fabrik 12 (1939) S. 358/59.

dampf, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff beträchtlich von Luft abweichen, beeinflussen jedoch die Umschlagtemperatur des Farbkörpers. Nach der Messung läßt sich der Anstrich durch Abbürsten oder mit dem Sandstrahlgebläse entfernen. *Zahlentafel 1* gibt eine Uebersicht über sogenannte Einfach-Meßfarben⁴⁾, die nur einen Farbumschlag aufweisen, für den Temperaturbereich von 40 bis 650°.

Zahlentafel 1. Einfach-Meßfarben (Thermocolore) mit einem Farbumschlag.

Farbe Nr.	Ausgangsfarbe	Umschlagfarbe	Umschlagtemperatur in °C
1	rosa	blau	40
2	hellgrün	blau	60
2a	blau	grün	80
3	gelb	violett	110
4	purpur	blau	140
4a	blau	schwarz	165
5	weiß	braun	175
6	grün	braun	220
7	gelb	rotbraun	290
8	weiß	braun	340
9	violett	weiß	440
10	rosa	weiß (über braun)	500
11	blau	violett	580
12	olivgrün	hellgrün	650

Es gibt außerdem noch Mehrfach-Meßfarben⁴⁾, die zwei bis vier Farbumschläge aufweisen und damit für einen größeren Temperaturbereich gelten. Dies wurde zum Teil durch Verwendung von Stoffen erreicht, die durch mehrfache Ionenabgabe Umwandlungen erleiden (*Zahlentafel 2*). So schlägt z. B. die Farbe 40 mit der Ausgangsfarbe rosa

- bei 65° in hellblau, dann nochmals
- bei 145° in gelb, zum drittenmal
- bei 175° in schwarz und zum viertenmal
- bei 340° in olivgrün um.

Die Meßgenauigkeit^{2) 3)} ist ziemlich groß und beträgt rd. ± 5%. Die Meßfarben sollen auch nicht etwa genaue Temperaturmessungen ersetzen, sondern schnell einen Ueberblick über die Temperaturverteilung geben. Die Zwischentemperaturen, z. B. zwischen 340 und 440°, können allerdings nicht ermittelt werden, sondern man kann nur durch den Farbumschlag feststellen, ob die Temperatur zwischen diesen beiden Werten liegt. Bis jetzt sind vierzehn Farbkörper gefunden worden, die einen Umschlag haben, also durch Farbwechsel jeweils eine bestimmte Temperatur anzuzeigen vermögen. In *Bild 1* ist eine Zusammenstellung der bisher entwickelten Thermocolor-Meßfarben und Thermochrom-Farbstifte³⁾ wiedergegeben.

Die auftretenden Umschlagfarben gehen beim Abkühlen für die Dauer von 10 min nicht wieder in die Ausgangsfarbe zurück, so daß auch am abgekühlten Stück auf die im Betrieb aufgetretenen Höchsttemperaturen Rückschlüsse gezogen werden können. Nur bei den Farben 1 bis 3 (mit Ausnahme von 2a) der *Zahlentafel 1* gehen die Umschlagfarben nach dem Abkühlen durch Einwirkung der Luftfeuchtigkeit allmählich, bei Befeuchten oder Benetzen mit Wasser plötzlich in die ursprüngliche Farbe zurück, sofern sie nicht durch einen besonderen Lacküberzug geschützt sind. Der Thermochromstift 510 geht ebenfalls nach dem Abkühlen in die ursprüngliche Farbe zurück.

Der Anstrich ist benzin- und ölfest. Eine Verwendung unter Wasser und im Dampf ist nicht möglich, doch sind die Thermocolore 4 und 4a zu Untersuchungen in reiner Dampf-

⁴⁾ Temperatur-Meßfarben „Thermocolor“ der I.-G. Farbenindustrie, Abt. Oele, Berlin NW 7, Unter den Linden 24. DRP. Nr. 665 462 vom 29. Mai 1936; vgl. *Glastechn. Ber.* 17 (1939) S. 196/97.

Zahlentafel 2. Mehrfach-Meßfarben (Thermocolore) mit mehreren Farbumschlägen.

Farbe Nr.	Ausgangsfarbe	Umschlagfarbe	Umschlagtemperatur in °C
Mit zwei Umschlägen			
20	hellrosa	hellblau	65
	hellblau	hellbraun	145
21	graugrün	olivgrün	145
	olivgrün	braun	220
22	rosa	hellbraun	145
	hellbraun	schwarz	175
23	dunkelgelb	graugrün	175
	graugrün	rotbraun	290
24	gelb	violett	290
	violett	braun	340
Mit drei Umschlägen			
30	graugrün	hellblau	65
	hellblau	olivgrün	145
	olivgrün	braun	220
31	braun	graublau	155
	graublau	hellbraun	230
	hellbraun	rotbraun	275
32	rosa	gelb	145
	gelb	grau	175
	grau	olivgrün	340
33	gelb	schwarz	175
	schwarz	violett	290
	violett	braun	340
Mit vier Umschlägen			
40	rosa	hellblau	65
	hellblau	gelb	145
	gelb	schwarz	175
	schwarz	olivgrün	340
41	hellgrün	hellblau	65
	hellblau	gelb	145
	gelb	schwarz	220
	schwarz	braun	340

atmosphäre verwendbar. Bei Gasen, die durch Gehalt an Wasserdampf, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefeldioxyd und Schwefelwasserstoff stark von Luft abweichen, ist mit einer Beeinflussung der Umschlagtemperatur zu rechnen. Kohlensäure in einer Menge bis zu 50 Vol.-% ist ohne Einfluß.

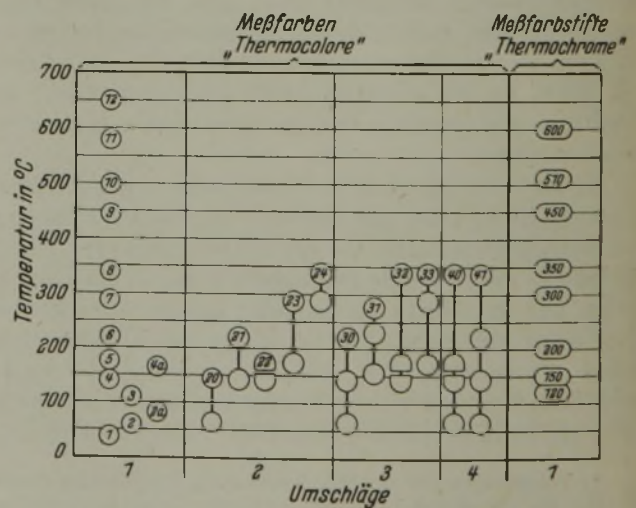


Bild 1. Umschlagtemperaturen der Meßfarben und Meßfarbstifte (nach F. Penzig).

Schwefeldioxyd und Ammoniak wirken nur bei den Thermocoloren 1, 2 und 3 störend, auch Spuren von Schwefelwasserstoff machen sich bei Farbumschlag nicht bemerkbar. In einer Atmosphäre von mehr als 2% Schwefelwasserstoff sind nur die Farben 2a, 4, 7, 9, 10, 11 und 31 anwendbar.

Deckende Anstriche haben eine Dicke von nur 0,03 bis 0,07 mm. Die Meßfarben können also auch auf vorhandene Anstriche und Lackierungen aufgebracht werden, ohne daß der Wärmeübergang vom Körper an die Luft dadurch verändert wird²⁾.

Beim Umgang mit Thermocolorfarben — ganz besonders bei Verarbeitung mit der Spritzpistole — ist zu beachten, daß die mit Spiritus angerührten Farben feuergefährlich sind. Die Farben 20 bis 22 sowie 30, 32, 40 und 41 (*Zahlentafel 2*) enthalten Bleiverbindungen, so daß die Schutzvorschriften bei der Ausführung von Anstrichen zu berücksichtigen sind.

Der Farbumschlag ist abhängig von der Dauer der Temperatureinwirkung. Die in den *Zahlentafeln 1 und 2* für die Meßfarben angegebenen Umschlagtemperaturen gelten für eine Anheizzeit von etwa 30 min.

Die Versuchsanordnung zur Prüfung der Brauchbarkeit dieser Farben wurde sehr einfach gewählt und der Temperaturvergleich mit einem handelsüblichen, nachgeeichten Quecksilberthermometer durchgeführt. Die Quecksilberkugel des Thermometers steckte in einem dünnwandigen Aluminiumzylinder, der von außen jeweils mit einer Meßfarbe gestrichen wurde. Die Wärme wurde mit Bunsenbrenner über ein Aluminiumband zugeführt, das mit dem Zylinder eine Einheit bildete. Sobald ein Farbumschlag eintrat, wurde die Temperatur abgelesen. Das Ergebnis dieser Untersuchung mit den Thermocolor-Meßfarben war folgendes: Die Beobachtung zeigte, daß ein „Farbumschlag“, d. h. ein plötzlicher Wechsel von der Ursprungsfarbe zur Umschlagfarbe nicht eintritt, sondern dieser Uebergang erfolgt allmählich über eine Reihe von Zwischentönen, deren Bestimmung allerdings einige Schwierigkeiten bereitet.

Der Umschlag ist von der Dauer der Wärmeeinwirkung abhängig. Die Soll-Dauer von 30 min kann nicht immer eingehalten werden. Bei kurzer Wärmeeinwirkung tritt aber der Farbumschlag erst bei einer höheren Temperatur, bei einer lang dauernden Wärmeeinwirkung dagegen bei einer niedrigeren Temperatur ein.

Einige Farben im Gebiet niedriger Temperaturen ließen sich durch Befeuchten regenerieren, woraus folgt, daß die Anzeige in feuchter Atmosphäre erheblich verzögert werden kann. Bei Messungen an von Gasen oder Flüssigkeiten beanspruchten Flächen ist zu beachten, daß die Thermocole die Temperatur der betreffenden Gase oder Flüssigkeiten anzeigen und nicht die Temperatur der Farbträger. Für genaue Messungen dürfte sich also das Verfahren mit den Meßfarben nicht immer eignen.

Außer diesen Temperatur-Meßfarben finden sich auch noch andere auf dem Markt, die wie z. B. die „Thermotect-Farbe“ im Bereich zwischen 100 und 400° nur ihren Farbton ändert, der von weiß (140°) über gelbbraun (220°), grau (290°), grünoliv (325°) zu dunkeloliv (405°) übergeht. Die richtige Erkennung der Farben ist nur mit einer Farbtone skala möglich. Auch kann die „Ablesung“ des Farbtone erst erfolgen, wenn der zu prüfende Gegenstand vollkommen abgekühlt ist, da die Vergleichstonskala die Farbtöne der gebrauchten Farbe im abgekühlten Zustand angibt. Ferner kann die Temperaturprüfung erst nach einer Trockenzeit der aufgetrichenen Farbe von einer Stunde erfolgen.

Bei den Versuchen zeigte sich also, daß der Farbumschlag bei den Meßfarben nicht plötzlich und auch nicht so eindeutig erfolgt wie bei den weiter unten beschriebenen Farbmeßstiften. Außerdem ist die Handhabung mit der flüssigen Farblösung wesentlich umständlicher als mit den Farbstiften.

Meßfarbstifte⁵⁾.

Während die Meßfarben für allmähliche Aufheizung bestimmt sind, wurden die Temperatur-Meßstifte für die sofortige Anzeige an heißen Werkstücken geschaffen. Die wachsartigen Thermochrom-Farbmeßstifte lassen unmittelbar, nachdem der Strich gezogen ist, auf dem heißen Gegenstand einen plötzlichen scharfen Farbumschlag erkennen. Außerdem sind die Farbstifte gegenüber der flüssigen Farblösung, die Aufbewahrungsbehälter und Pinsel, Auftragen und Trocknen der Farbe erfordert, wesentlich einfacher anzuwenden, da man sie wie Bleistifte bei sich tragen kann. Die Stifte weisen die gleichen Eigenschaften wie die flüssigen Meßfarben auf. Der Farbumschlag erfolgt 1 bis 2 s nach dem Aufstreichen auf den zu messenden heißen Körper, falls er die Umschlagtemperatur des betreffenden Farbstiftes bereits erreicht hat. Sofortiges Umschlagen schon beim Aufstreichen zeigt an, daß der Gegenstand die Meßtemperatur des Stiftes bereits überschritten hat. Erfolgt der Farbwechsel später als nach 2 s, so liegt die Temperatur noch unter der Meßzahl des Farbstiftes. *Zahlentafel 3* bringt die Farbtemperaturskala der „Thermochrom-Temperaturmeßstifte“. Der Umschlagfarbton jedes der 8 cm langen Farbstifte entspricht dem farbigen Band am Stiftende. Die aufgedruckte Zahl ist die Umschlagtemperatur. Mit einem Stift lassen sich — je nach der Strichlänge und der Höhe der Meßtemperatur — einige hundert Temperaturbestimmungen durchführen, so daß die Kosten für eine Messung im Durchschnitt 0,3 bis 0,6 Pf. betragen.

Zahlentafel 3. Thermochrom-Temperaturmeßstifte.

Meßstift Nr.	Abstrich	Umschlag	Umschlagtemperatur in ° C
2815/120	hellgraugrün	hellblau	120
2815/150	lichtgrün	violett	150
2815/200	blau	schwarz	200
2815/300	grün	oliv	300
2815/350	braun	orange	350
2815/450	rosa	schwarz	450
2815/510	hellgelb	gelborange	510
2815/600	dunkelblau	weiß	600

Der Anwendungsbereich ist überraschend groß, denn die Meßfarbstifte sind nicht nur geeignet, bisher anders ausgeführte Messungen einfacher zu gestalten, sondern sie ermöglichen manche Messungen, die bisher kaum oder überhaupt nicht durchführbar waren. Allgemein lassen sich Temperaturen an wärmebelasteten Körpern jeder Art und Form ermitteln, z. B. im Motorenbau und Motorenbetrieb, Wirksamkeit von Kühlrippen, Lagertemperaturen usw., im Maschinenbau, an Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Verdichtern, Abgasleitungen, in der Elektrotechnik an Spulen, Wicklungen, Isolierstoffen, bei der Metallverarbeitung, bei den Wärmvorgängen, beim Bohren, Drehen, zur Überwachung empfindlicher Schweißstellen usw.

Zur Messung von Oberflächentemperaturen benutzte man bisher, wenn kein Tast- oder Anlegepyrometer zur Verfügung stand, gewöhnliche Quecksilberthermometer, wobei auf möglichst geringen Wärmeübergangswiderstand zwischen der zu messenden Oberfläche und dem Thermometer zu achten war. Der Farbmeßstift hat auch diese Messung außerordentlich vereinfacht, wenn man sich in bezug auf Genauigkeit die erwähnten Beschränkungen bei dieser Messung auferlegt. So genügt z. B. bei elektrischen Maschinen meist die Bestimmung der höchsten Oberflächentemperatur an der zugänglichsten heißesten Stelle und außerdem die Ermittlung der mittleren Wicklungstemperatur⁶⁾. Die Er-

⁵⁾ A. W. Faber, Nürnberg.

⁶⁾ Moeller, F.: Arch. techn. Messen 1939, V 8254-3.

verschiedener Temperaturzonen in einem Meßlauf. Ungeeignet angebrachte Meßfarben, d. h. solche, deren Umschlagtemperatur an der Meßstelle nicht auftrat, werden — wie selbstverständlich auch schon umgeschlagene Farben — durch Abschaben oder durch ein Sandstrahlgebläse entfernt.

Aehnlich kann man auch die Temperaturverteilung über einen Kaminquerschnitt, in einem Abgaskanal usw., sehr schnell ermitteln, indem man auf einer Eisenstange Farbanstriche mit allen acht Farbstiften nebeneinander in festgelegten Abständen anbringt und die Stange dann einige Sekunden in den Kamin oder den Abgaskanal einführt. Nach dem Herausziehen sieht man sofort, welche Farbstifte auf der Stange umgeschlagen sind und bei welchen noch die ursprüngliche Farbe erhalten geblieben ist.

Der Farbmeßstift dürfte sich auch bei der Temperaturbestimmung an Ziehdüsen beim Drahtziehen eignen, da bekanntlich die temperaturabhängige Dünflüssigkeit des Schmiermittels auf den Kraftbedarf, die Ziehgeschwindigkeit usw. von Einfluß ist, zumal da bei der Verwendung von Hartmetallziehsteinen für Grobzugdrähte meist eine starke Erhitzung eintritt, so daß Kühlkästen oder auch Preßluft zum Kühlen der Steine benutzt werden¹¹⁾.

Besonders hingewiesen sei auch auf die Anwendung von Meßfarben in Warmbetrieben an Warm- und Schmelzöfen, Temperöfen, Emailieröfen, weiter z. B. an Walzgerüsten zur Nachprüfung der Walzenoberflächentemperatur, bei Heizanlagen und Heizkörpern, Heißwasserbereitern, Verdampfern und Kondensatoren, Wärmespeichern und Wärmeaustauschern²⁾ (Gas- und Lufterhitzer), ferner an Gaserzeugern, Destillier-, Trocknungs-, Röst- und Sinteranlagen. Auch über die Bauart von Brennern, die Auswirkung ihrer Anordnung, die Temperaturverteilung in den Brennerköpfen, in der Abgasführung usw. geben diese Meßfarben Aufschluß. So läßt sich mit einem Blick feststellen, ob die Brenner in Ordnung sind (Zurückschlagen der Flamme). Die Meßfarben finden hier geradezu als Warnfarben Verwendung. Mit Leichtigkeit kann man sich vom einwandfreien Zustand von Ausmauerungen an Öfen, Wärmeisolierungen an Rohrleitungen, gefährlichen Belastungen von elektrischen Schaltschienen, Spulen, Sicherungen usw. überzeugen, die oft erst beim Ausbau erkannt werden, da die Meßfarben nicht nur an metallischen Körpern, sondern auch auf Mauerwerk, keramischen Erzeugnissen, Isolierstoffen usw. angewendet werden können.

Bild 3 zeigt die mit Meßstiften ermittelten Wandtemperaturen eines Blockstoßofens. Die Meßpunkte 1 bis 4, 6 und 7 und die Stirnwandtemperatur der ausgezogenen Linie sowie die Punkte 11 bis 13 und die Stirnwandtemperatur der gestrichelten Linie wurden nach dem allmählichen Farbumschlag des betreffenden Meßstiftes geschätzt. Diese Schätzung trifft nach einiger Uebung recht gut die tatsächlich vorhandenen Temperaturwerte.

Weiter können auch die Strömung warmer Gase in Rohrleitungen, Behältern usw. durch Anstrich mit Meßfarben oder Meßstiften leicht verfolgt werden und Aufheizung, Abkühlung oder auch Schäden temperaturabhängiger Anstriche usw. erkannt werden. So machten Untersuchungen mit Meßfarben an der Ausmauerung eines Glasmelzofens³⁾ rechtzeitig auf Ausbesserungen des Mauerwerks infolge Auswaschungen durch den Schmelzfluß aufmerksam. F. Drexler und W. Schütz¹⁰⁾ weisen auf den großen Wert dieser Messungen mit Meßfarben hin, die in betrieblich einfachster Weise Aufschluß über den baulichen Zustand von Öfen, Brennern und Leitungen, über die

zweckmäßigste Temperatur von Gußformen usw. geben. Da der Farbanstrich nicht rückläufig ist, können auch kurzzeitig auftretende Störungen erkannt werden; Nachlässigkeiten sind z. B. noch viele Stunden später nachweisbar.

Bei Trocken-, Glüh- oder sonstigen Wärmöfen mit niedrigen Temperaturen kann man sich sehr rasch über die im Ofen herrschende Temperatur unterrichten, indem man z. B. Blech- oder Porzellantafeln, die mit entsprechenden Temperatur-Meßfarben bestrichen sind, in den Ofen stellt¹⁰⁾, um die dreidimensionale Temperaturverteilung im Ofeninneren festzustellen. Bei Öfen ohne Luftumwälzung, bei Trocknungs- oder Glühvorgängen (z. B. in Gießereien) ist diese Ueberwachung von ganz besonderem Nutzen, da bekanntlich gerade diese Öfen meist recht ungleichmäßige Temperaturverhältnisse und, wie Untersuchungen der Wärmestelle Düsseldorf zeigten, überraschend hohe Temperaturunterschiede von oft mehreren hundert Grad aufweisen.

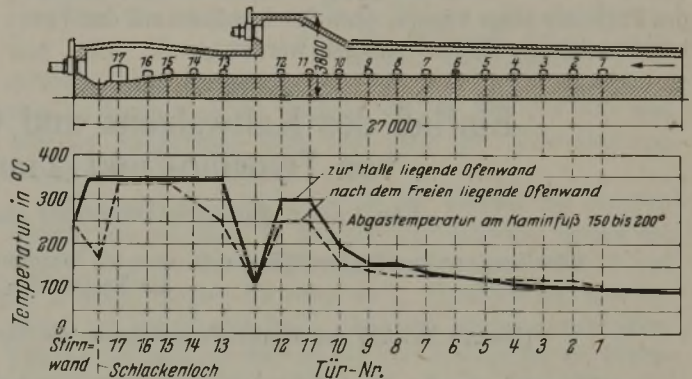


Bild 3. Wandtemperaturen eines Blockstoßofens.

Auch in der Leichtmetallindustrie³⁾ mit ihren genauen Temperaturbearbeitungs-Vorschriften kann die Temperatur der Blöcke, Bleche usw. durch Meßfarbenanstrich leicht ermittelt werden.

Im Hochofenbetrieb können durch diese Art der Messung schnell gefährdete Stellen am Schacht, z. B. bei Verstopfung der Wasserkühlung, gefährdete Reaktionszonen an den Düsenstöcken u. a. m. erkannt und die gerade beim Hochofen besonders wichtige Temperaturverteilung am Schacht in kürzester Zeit gekennzeichnet werden. Das gleiche gilt für alle Schachtofenbetriebe, wie Erzröst-, Kalkbrenn- und Dolomitsinteröfen, Kupolöfen usw. Da der Temperaturumschlag bestehen bleibt, kann man die Meßfarben auch als Warnfarben verwenden für die Betriebsüberwachung, da Ueberlastungen bestimmter Teile rechtzeitig und augenfällig angezeigt werden. Nach F. Penzig²⁾ wird der Gegenstand mit gewöhnlicher Farbe in einem Farbton gestrichen, der der Grundfarbe der anzuwendenden Temperaturanzeigefarbe entspricht. Die Warnung wird mit der Temperaturanzeigefarbe auf die so vorbereitete Fläche aufgeschrieben, z. B. das Wort Achtung! Bei niedrigeren Temperaturen bleibt die Schrift unsichtbar, bei Ueberschreiten der Umschlagtemperatur = der Gefahrentemperatur tritt durch Farbwechsel die Umschlagtemperatur plötzlich hervor. Diese Betriebsüberwachung eignet sich z. B. bei Rekuperatoren zur Luft- und Gasvorwärmung beim Eintritt der Abgase in den Rekuperator, um ein Verbrennen der Elemente zu vermeiden. Allerdings ist der Anwendungsbereich auf 600 bis 640° Höchsttemperatur beschränkt.

Auch für die Aufgaben der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung lassen sich die Eigenschaften der Temperatur-Meßfarben benutzen¹²⁾. Bei Körpern mit mäßiger

¹¹⁾ Pomp, A.: Stahldraht. Düsseldorf 1941 (Stahleisen-Bücher, Bd. 1).

¹²⁾ Berthold, R.: Metallwirtsch. 20 (1941) S. 425/26.

Dicke im Vergleich zu den übrigen Abmessungen, wie z. B. Bleche, kann die Benutzung der Temperaturmeßfarben durch Messung der Wärmeleitfähigkeit senkrecht zur Werkstückoberfläche praktisch verwendbar gemacht werden. Die Wärmeleitung in Luft ist größenordnungsmäßig hundertmal schlechter als in Stahl. Eine ausgedehnte Doppelung von 0,1 mm Höhe in einem Stahlblech wirkt sich somit in der Wärmeleitung wie eine zusätzliche Stahldicke von 10 mm aus. Damit ist die Möglichkeit einer zerstörungsfreien Prüfung mit Temperaturmeßfarben gegeben.

Die eine Seite des Werkstücks wird mit der Meßfarbe bestrichen, während von der anderen Seite her das Werkstück gleichmäßig erwärmt wird. Auf der angestrichenen Seite tritt hinter einem gesunden Querschnitt der Farbumschlag als Folge der Temperaturerhöhung früher auf als hinter einem fehlerhaften Querschnitt, in dem sich eine Doppelung, ein Lunker oder ein ähnlicher Werkstofffehler befindet. Aus der Beobachtung des zeitlichen Auftretens des Farbumschlags können dann Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Fehlern gezogen werden.

Einfluß des Kaltwalzens und Glühens auf die Wattverluste von Dynamo- und Transformatorenbandstahl.

Von Anton Pomp in Düsseldorf und Heinz Wübbenhorst in Berlin.

Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf und dem Eisenhütten-Institut der Bergakademie zu Clausthal.

[Bericht Nr. 593 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Versuchswerkstoffe. Versuchsdurchführung. Versuchsergebnisse: Glühversuche im Kammerofen und im Durchziehofen. Einfluß der Kaltverformung, der Glühtemperatur und der Glühzeit. Schlußfolgerungen für die Praxis.)

Zweck der Untersuchungen¹⁾ war, durch planmäßige Kaltwalz- und Glühversuche mit Stählen verschiedenen Siliziumgehaltes einige Unterlagen über den Einfluß der Abnahme, der Glühtemperatur und der Glühzeit auf den Wattverlust beizubringen.

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung und Zugfestigkeit der Versuchsstähle.

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Zugfestigkeit in kg/mm ² der Bänder mit	
						3 mm Dicke	2 mm Dicke
Stahl I . . .	0,049	0,75	0,16	0,010	0,020	45,1	52,2
Stahl II . . .	0,044	2,03	0,17	0,010	0,018	53,0	62,8
Stahl III . . .	0,040	4,05	0,10	0,010	0,012	76,6	85,5

Versuchsdurchführung.

Für die Untersuchungen wurden drei Stähle²⁾ mit der in *Zahlentafel 1* angegebenen Zusammensetzung und Zugfestigkeit ausgewählt. Die Stähle waren im Siemens-Martin-Ofen erschmolzen und zu Bändern von 3 und 2 mm Dicke bei 25 mm Breite warmgewalzt. Dilatometrisch wurde der A_{c_3} -Punkt für den Stahl I bei 923° festgestellt. Die Stähle II und III weisen wegen der Abschnürung des γ -Gebietes bei Siliziumgehalten oberhalb 1,85% keine Umwandlungen auf³⁾.

*) Erstattet in einer Sitzung des Unterausschusses für Werkstoffe mit besonderen elektrischen und magnetischen Eigenschaften am 17. Dezember 1941. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Pomp, A., und H. Wübbenhorst: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 23 (1941) Lfg. 15, S. 279/92. Auszug aus der von der Bergakademie Clausthal genehmigten Dr.-Ing.-Dissertation von H. Wübbenhorst (1941).

²⁾ Die Versuchsstähle wurden von der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen, freundlichst zur Verfügung gestellt, wofür ihr auch an dieser Stelle bestens gedankt wird.

³⁾ Wever, F., und P. Giani: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 7 (1925) S. 59/68.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die fast mühelose und schnelle Temperaturbestimmung mit Meßfarben gegenüber langwierigen Messungen und zeitraubenden Auswertungen bei physikalischen Temperaturmessungen mit Thermometern, Thermoelementen usw. den Vorzug hat, daß die Temperaturverteilung auf der gesamten Oberfläche und nicht nur punktförmig gemessen werden kann. Nachteilig ist, daß jeweils nur Zonen der gleichen Temperatur erkannt werden können. Die Meßgenauigkeit ist bei diesen chemischen Verfahren nicht so groß wie bei physikalischen, sie wird rd. $\pm 5^\circ$ betragen. Der Anwendungsbereich ist zwar heute noch durch die Zahl der vorhandenen Temperaturfarben begrenzt, jedoch dürften in kurzer Zeit noch eine Reihe weiterer Zwischenfarbmeßstifte in den Handel kommen, so daß die Temperaturspannen auf diese Weise wesentlich enger werden. Der größte Vorteil dürfte darin bestehen, daß man die Meßstifte wie Bleistifte jederzeit mit sich führen kann und ohne irgendwelche Versuchsvorbereitungen und sonstige Geräte innerhalb 1 bis 2 s die Messung durchführbar ist.

Die warmgewalzt vorliegenden Bänder der drei Versuchsstähle wurden zunächst auf bestimmte Zwischenabmessungen kalt vorgewalzt, sodann einer einheitlichen Zwischenglühung unterzogen und schließlich mit verschiedenen Abnahmen auf die vorgesehenen Enddicken von 0,50 und 0,35 mm kalt fertiggewalzt. Anschließend wurden die Bänder geglüht, wobei die Glühtemperatur, die Glühdauer und die Art der Abkühlung geändert wurden. Das Kaltwalzen geschah auf dem Versuchswalzwerk des Eisenhütten-Instituts der Bergakademie Clausthal⁴⁾. Für die Zwischen- und Endglühungen, die unter Schutzgas durchgeführt wurden, standen zwei Glühanlagen zur Verfügung, und zwar Ofen von 6 kW Anschlußwert (1000° Höchsttemperatur) und 11 kW Anschlußwert (1200° Höchsttemperatur). Als Schutzgas wurde durch konzentrierte Schwefelsäure getrockneter technischer Wasserstoff verwendet. Für eine Reihe von Durchlaufglühungen wurde die Durchzieglühanlage des Eisenforschungs-Instituts⁵⁾ in Düsseldorf benutzt. Als Schutzgas diente teilverbranntes Ferngas. Die Glühdauer beträgt in diesem Ofen für die Bänder je nach Temperatureinstellung und Bandgeschwindigkeit nur wenige Minuten. Als weiterer wichtiger Unterschied ergibt sich gegenüber der Kistenglühung beim Durchziehen ein schnelles Abkühlen des Glühgutes. Die Messung der Watt-

⁴⁾ Pomp, A., und G. Weddige: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 19 (1937) S. 65/86; Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 913/21 (Walzw.-Aussch. 140).

⁵⁾ Pomp, A., und G. Niebch: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 22 (1940) S. 121/36; Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 179/86.

verluste erfolgte mit dem Ferrometer⁶⁾ von Siemens & Halske⁷⁾. Für die Gefügeauswertung wurde auf eine Korngrößenmessung verzichtet und eine Gefügerichtreihe⁸⁾ zur Beurteilung der Korngröße aufgestellt, und zwar waren neun Korngrößenklassen der Auswertung zugrunde gelegt, wobei die Stufung etwa 500, 1000, 2000, 4000, 8000 μ^2 usw. entspricht und 1 das feinste und 9 das größte Korn bedeutet. Zur Feststellung der Biegefähigkeit wurden von jeder Probe Biegeprüfungen nach DIN 6400 durchgeführt.

Versuchsergebnisse.

Versuchsreihe I:

Die Herstellung der 0,50 mm dicken Fertigstreifen erfolgte nach dem in Bild 1 wiedergegebenen Walzplan, so daß Bandstreifen mit Abnahmen von 10 bis 80 % nach der Zwischenglühung (2 h bei 800°) vorlagen. Die Schlußglühungen wurden bei 700, 800, 900 und 1000° jeweils während 2 h vorgenommen, die Proben dann im Ofen abgekühlt.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Zahlentafel 2 niedergelegt. In den Bildern 2 bis 4 ist für die drei Stähle die Verlustziffer V_{10} in Abhängigkeit von der Abnahme aufgetragen. Die gestrichelt eingezeichnete Waagerechte gibt den höchstzulässigen Wattverlust für 0,5 mm warmgewalztes Blech nach DIN VDE 6400 an.

Bei Stahl I (0,75 % Si) ist nach einer Glüh Temperatur von 700° die Wattverlustzahl für 10 % Abnahme mit 3,6 W/kg erheblich höher als die zu den Verformungsstufen von 20 bis 50 % gehörige. Bei 60 und 80 % Abnahme steigt die Verlustziffer wieder an. Die Gefügebeurteilung ergibt mit steigender Abnahme ein Feinerwerden des Korns. Nach der Glühung bei 800° steigen die Wattverluste von 2,3 W/kg

bei 10 % Abnahme auf 3,4 W/kg bei 80 % Abnahme an, wobei das Korn bei 10 % Abnahme am größten und bei 60 und 80 % Abnahme am feinsten ist. Nach der Glühung bei 900° ist praktisch kein Einfluß der Kaltverformung auf die Wattverluste vorhanden; sie liegen zwischen 1,9 und 2,3 W/kg. Die Unterschiede in der Korngröße zwischen den verschiedenen Abnahmen sind kleiner als bei den niedrigeren Glüh Temperaturen. Die Glühung bei 1000° hat gegenüber der bei 900° praktisch keine Aenderung der Wattverluste und der Korngröße gebracht. Die Biege zahlen liegen nach der Glühung bei 700, 800 und 900° mit wenigen Ausnahmen über 100, nach der 1000°-Glühung dagegen meist unter 100.

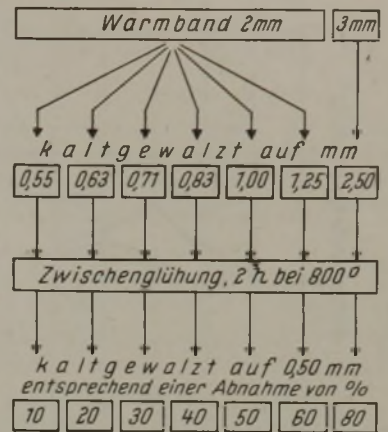


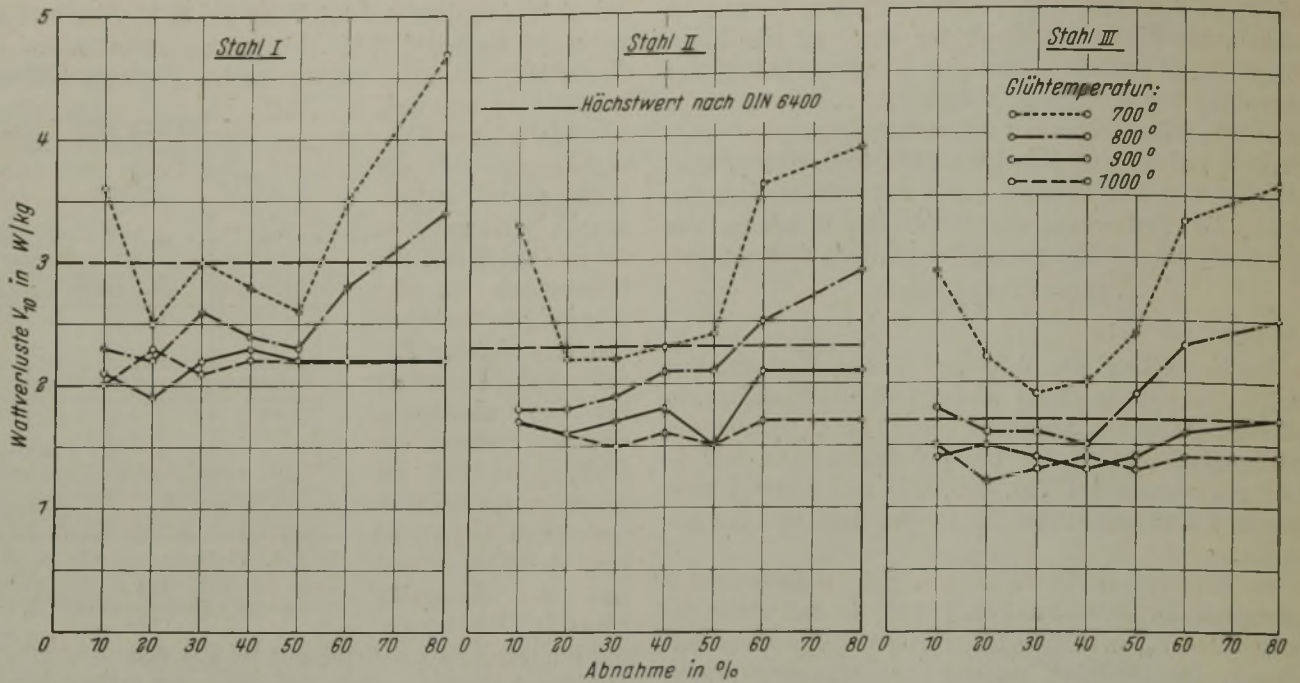
Bild 1. Walzplan für die Herstellung der 0,50 mm dicken Fertigstreifen (Versuchsreihe I).

Bei Stahl II (2,03 % Si) ist der Verlauf der Kurven ähnlich wie bei Stahl I. Bei der 700°-Glühung sinken die Wattverluste bei Steigerung der Abnahme von 10 auf 20 % stark, bleiben bis etwa 50 % Abnahme auf gleicher Höhe, um bei 60 und 80 % Abnahme wieder anzusteigen. Für die Glühung bei 800° ist die Verlustziffer für die 10prozentige Abnahme am niedrigsten; sie steigt mit zunehmender Abnahme an. Die bei 900° geglühten Proben liegen sämtlich unter dem Normwert von 2,3 W/kg. Nach der 1000°-Glühung ist die Abnahme praktisch ohne Einfluß auf die Höhe der Wattverluste. Das Korn ist bei Glüh Temperaturen bis 900° bei den am schwächsten verformten Proben am größten, nach der Glühung bei 1000° dagegen für alle Ver-

Zahlentafel 2. Einfluß der Abnahme und der Glüh Temperatur auf die Wattverluste (Versuchsreihe I). Zwischenglühung 2 h bei 800°, Schlußglühung 2 h, Banddicke 0,50 mm.

Abnahme %	Schlußglüh Temperatur											
	700°			800°			900°			1000°		
	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl
Stahl I (0,75 % Si)												
10	3,6	2 (4) ¹⁾	> 100	2,3	7 (5)	< 100	2,1	6	> 100	2,0	6	93
20	2,5	6 (5)	> 100	2,2	6	< 100	1,9	7 (6)	> 100	2,3	6	92
30	3,0	2 (4)	> 100	2,6	4	< 100	2,2	4 (5)	> 100	2,1	5	> 100
40	2,8	5	90	2,4	5	< 100	2,3	4	> 100	2,2	5	88
50	2,6	4	> 100	2,3	4	< 100	2,2	5	97	2,2	7 (6)	88
60	3,5	1	> 100	2,8	1	< 100	2,2	4	> 100	2,2	5	89
80	4,7	2 (1)	> 100	3,4	2 (1)	< 100	2,2	4 (7)	> 100	2,2	5 (4)	> 100
Stahl II (2,03 % Si)												
10	3,3	5	68	1,8	7 (5)	80	1,7	7	70	1,7	6	83
20	2,2	4 (5)	70	1,8	5 (6)	79	1,6	6	64	1,6	6	74
30	2,2	4	66	1,9	5	82	1,7	5	82	1,5	6 (9)	75
40	2,3	4	74	2,1	4	84	1,8	4 (6)	84	1,6	9 (6)	57
50	2,4	4	78	2,1	4	87	1,5	6	87	1,5	9 (7)	52
60	3,6	1	70	2,5	4 (2)	82	2,1	4 (2)	82	1,7	6 (8)	65
80	3,9	1	72	2,9	2 (1)	90	2,2	4 (2)	90	1,7	8 (6)	47
Stahl III (4,05 % Si)												
10	2,9	1 (4)	8	1,8	7 (5)	36	1,4	6	5	1,5	6	2
20	2,2	5	4	1,6	4	7	1,5	4	11	1,2	5	3
30	1,9	4	19	1,6	4	24	1,4	4	1	1,3	9 (6)	1
40	2,0	2 (1)	23	1,5	2	37	1,3	4	15	1,4	5 (7)	8
50	2,4	2	17	1,9	4 (2)	20	1,4	5	1	1,3	8 (6)	1
60	3,3	1	37	2,3	2 (4)	19	1,6	5	21	1,4	5 (6)	1
80	3,6	1	26	2,5	1	33	1,7	4	11	1,4	5 (6)	1

¹⁾ Die eingeklammerten Zahlen geben an, daß stellenweise auch Korngrößen dieser Klassen beobachtet wurden.



Bilder 2 bis 4. Abhängigkeit der Wattverluste von der Abnahme für Glühtemperaturen von 700 bis 1000° (Versuchsreihe I); Banddicke 0,50 mm.

formungsstufen etwa gleich groß. Die Biegezahlen sind bis zu Glühtemperaturen von 900° wenig unterschiedlich; bei 1000° sinkt die Biegezahl mit steigender Abnahme.

Bei Stahl III (4,05 % Si) sind nach der Glühung bei 700 und 800° die Wattverlustzahlen in ähnlicher Weise von der Abnahme abhängig wie bei den beiden niedrigerlegierten Stählen und liegen meist über dem Normwert von 1,7 W/kg. Die Korngröße nimmt mit steigender Abnahme ab. Bei der 900- und 1000°-Glühung ist ein Einfluß der Abnahme auf die Wattverluste und die Korngröße nicht mehr erkennbar. Die Biegezahlen verschlechtern sich mit steigender Glüh-temperatur; nach der 900- und 1000°-Glühung vermag der Stahl nicht in allen Fällen die vorgeschriebenen zwei Biegungen auszuhalten.

Einige Proben dieser Versuchsreihe wurden nach Abätzen auf 0,1 mm Dicke durch Röntgenaufnahmen auf Kristallisationszustand und Textur untersucht. Eine Bevorzugung bestimmter Kristallitlagen konnte in keinem Falle festgestellt werden.

Wie aus der Auftragung der Wattverluste in Abhängigkeit von der Korngröße hervorgeht, ist trotz der vorhandenen starken Streuungen deutlich eine Abnahme der Wattverluste mit zunehmender Korngröße zu erkennen.

Versuchsreihe II:

Die Proben dieser Versuchsreihe sind nach dem in Bild 5 wiedergegebenen Walzplan hergestellt und auf 0,35 mm fertiggewalzt. Zum Schluß wurden die Proben bei 600, 700, 800, 900, 1000 und 1200° 2 h lang geglüht und im Ofen abgekühlt.

Die Ergebnisse der Messungen sind in Zahlentafel 3 niedergelegt. Eine deutliche Abhängigkeit der Wattverluste von der Abnahme ist nicht festzustellen. Der Einfluß der Glüh-temperatur auf die Wattverluste ist aus den Bildern 6 bis 8 zu ersehen. Durchweg sinken die Wattverluste mit steigender Glüh-temperatur. Bis zu Glüh-temperaturen von 900° liegen die Wattverluste der um 10 % verformten Proben am günstigsten; die bei 1000 und 1200° geglühten Streifen lassen keinen Einfluß der Abnahme mehr erkennen, die betreffenden Schaulinien decken sich praktisch.

Die günstigste Wattverlustziffer wird bei Stahl I bei 10prozentiger Abnahme und 700° Glüh-temperatur mit 1,8 W/kg erreicht. Bei Stahl II liegen die günstigsten Werte (1,3 W/kg), soweit Glühungen unter 1000° in Betracht kommen, bei 10% Abnahme und 800° sowie 900° Glüh-temperatur. Der niedrigste Wert von 1,1 W/kg wird bei diesem Stahl bei der Glüh-temperatur von 1200° und Abnahmen von 30 und 70 % erreicht. Aehnlich liegen die Verhältnisse bei Stahl III. Soweit Glüh-temperaturen von 1000° und darunter in Frage kommen, liegen die günstigsten Wattverluste (1,2 W/kg) bei Abnahmen von 10 % und Glüh-temperaturen von 800, 900 und 1000°. Dieser Wert wird jedoch für alle Verformungsgrade von den bei 1200° geglühten Proben, am stärksten nach Verformung von 70 % mit 0,8 W/kg, noch erheblich überschritten.

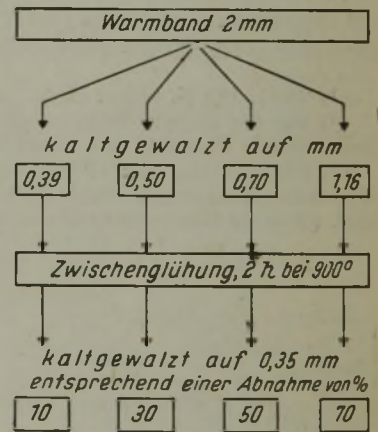


Bild 5. Walzplan für die Herstellung der 0,35 mm dicken Fertigstreifen (Versuchsreihe II und III).

Auch bei dieser Versuchsreihe ist eine deutliche Abhängigkeit der Wattverluste von der Korngröße vorhanden. Mit steigender Korngröße nehmen die Wattverluste ab. Die Biegezahlen liegen bei Stahl I bei allen Glüh-temperaturen und Verformungsgraden über 100; bei Stahl II nehmen sie mit steigender Glüh-temperatur ab und erreichen bei der höchsten Glüh-temperatur von 1200° Werte von 22 bis 72. Der hochsilizierte Stahl III hält nach dem Glühen bei 1000 und 1200° meist nur noch eine Biegung aus.

Versuchsreihe III:

Bei dieser Versuchsreihe wurde die Schlußglühung im Durchziehofen vorgenommen. Der Herstellungsgang der zu dieser Versuchsreihe benutzten Proben war der gleiche

Zahlentafel 3. Einfluß der Abnahme und der Glüh­temperatur auf die Wattverluste (Versuchsreihe II).
Zwischenglü­hung 2 h bei 900°, Schlußglü­hung 2 h, Banddicke 0,35 mm.

Abnahme %	Schlußglüh­temperatur																	
	600°			700°			800°			900°			1000°			1200°		
	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl
Stahl I (0,75 % Si)																		
10	3,4	4(5) ¹⁾	> 100	1,8	8 (9)	> 100	1,9	9	> 100	1,9	7	> 100	2,3	5	> 100	2,0	7	> 100
30	3,2	2(5)	> 100	2,1	4 (5)	> 100	2,3	5	> 100	2,3	5 (4)	> 100	2,3	5	> 100	2,0	6 (5)	> 100
50	3,4	1	> 100	2,3	4 (5)	> 100	2,3	3 (4)	> 100	2,2	5	> 100	2,2	4 (5)	> 100	2,0	6 (7)	> 100
70	3,0	1(3)	> 100	2,3	1 (2)	> 100	—	4 (6)	> 100	2,1	5 (6)	> 100	2,2	5 (4)	> 100	2,0	6	> 100
Stahl II (2,03 % Si)																		
10	2,4	3(4)	> 100	1,5	8 (7)	90	1,3	7	80	1,3	8 (7)	61	1,4	9 (8)	77	1,3	9	72
30	2,5	1(2)	> 100	1,9	4 (3)	> 100	1,6	4 (5)	90	1,5	5 (7)	85	1,5	5 (8)	> 100	1,1	9 (6)	22
50	—	1(2)	> 100	1,9	5 (4)	> 100	1,8	4 (6)	> 100	1,5	5 (7)	90	1,4	6 (8)	77	1,2	9 (7)	25
70	2,7	1(2)	> 100	1,6	4 (5)	> 100	1,8	3 (5)	> 100	1,5	5 (8)	61	1,5	6 (8)	73	1,1	9 (7)	33
Stahl III (4,05 % Si)																		
10	1,9	6	5	1,3	6 (7)	9	1,2	7	1	1,2	7	2	1,2	8 (6)	2	0,9	> 9	1
30	1,9	2	42	1,6	4 (6)	30	1,5	5	6	1,5	4 (5)	2	1,2	7 (8)	1	0,9	> 9	1
50	—	2(5)	23	1,9	1 (2)	59	1,6	4 (6)	5	1,4	5 (6)	4	1,2	7 (8)	1	0,9	> 9	1
70	2,1	1(4)	36	1,9	4 (2)	24	1,5	5 (6)	4	1,3	6 (5)	2	1,2	8 (9)	1	0,8	> 9	1

1) Die eingeklammerten Zahlen geben an, daß stellenweise auch Korngrößen dieser Klassen beobachtet wurden.



Bilder 6 bis 8. Abhängigkeit der Wattverluste von der Glüh­temperatur für Abnahmen von 10, 30, 50 und 70 % (Versuchsreihe II); Banddicke 0,35 mm.

wie bei der Versuchsreihe II. Aus den Probestreifen der drei Stähle, die jeweils mit vier verschiedenen Abnahmen kaltgewalzt worden waren, wurde durch Punktschweißen ein Band von etwa 7,5 m Länge hergestellt, das in das Förderband der Durchzieh­anlage eingeklinkt wurde. Durch ein Schleppthermo­element konnte der Temperaturverlauf ermittelt und daraus die Bandhöchsttemperatur entnommen werden.

Da die in dieser Anlage erreichbare Höchsttemperatur etwa 1000° beträgt, wurden drei Glühungen bei Richt­temperaturen von 800, 900 und 1000° durchgeführt. Im Vergleich zu den Versuchsreihen I und II wurden die Band­streifen bei der Durchlaufglühung nur über wenige Minuten ge­glüht und schnell abgekühlt.

Bei dem niedrigsilizierten Stahl I ergaben die Durch­laufglühungen kein befriedigendes Ergebnis. Die Watt­verluste liegen mit rd. 4 bis 5 W/kg wenig besser als bei den ungeglühten Proben. Bei den höhersilizierten Stählen II und III sind die im Durchlauf­ofen erzielten Wattverluste recht günstig.

Um einen Vergleich der nach Kistenglü­hung und Durch­laufglühung erhaltenen Wattverluste zu ermöglichen, sind in Zahlentafel 4 die bei den Glühungen erhaltenen Ergebnisse,

Zahlentafel 4.
Vergleich der Kistenglü­hung mit der Durchlaufglühung.
(Banddicke 0,35 mm.)

Abnahme %	Kistenglü­hung 2 h 900° Höchsttemperatur			Durchlaufglühung 920° Höchsttemperatur		
	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl	Wattverlust W/kg	Korngröße	Biegezahl
Stahl I (0,75 % Si)						
10	1,9	7	> 100	4,7	4 (2)	> 100
30	2,3	5 (4) ¹⁾	> 100	4,3	4 (2)	> 100
50	2,2	5	> 100	4,5	2	> 100
70	2,1	5 (6)	> 100	4,3	2	> 100
Stahl II (2,03 % Si)						
10	1,3	8 (7)	61	1,3	8	81
30	1,5	5 (7)	85	1,3	5	> 100
50	1,5	5 (7)	90	1,4	5 (7)	> 100
70	1,5	5 (8)	61	1,6	4 (6)	> 100
Stahl III (4,05 % Si)						
10	1,2	7	2	1,1	7	6
30	1,5	4 (5)	2	1,2	5 (6)	11
50	1,4	5 (6)	4	1,2	5 (6)	7
70	1,3	6 (5)	2	1,2	6 (5)	5

1) Die eingeklammerten Zahlen geben an, daß stellenweise auch Korngrößen dieser Klassen beobachtet wurden.

und zwar für Glühtemperaturen von 900 bzw. 920° einander gegenübergestellt. Für Stahl I ergibt ein Vergleich der Korngrößen für die beiden Glühverfahren, daß beim Durchlaufglühen die erwünschte Grobkornbildung nicht eingetreten ist. Durch Durchlaufglühung läßt sich bei Stahl II der gleiche Wattverlust wie nach langzeitiger Glühung erreichen, bei Stahl III wird er sogar unterschritten. Während für die Stähle II und III in der Korngröße für beide Glüharten kein Unterschied erkennbar ist, liegen die Biegezahlen nach der Durchlaufglühung höher als nach der Kistenglühung.

Röntgenuntersuchungen der im Durchlaufofen ge- glühten Proben ergaben in Übereinstimmung mit der metallographischen Gefügebeurteilung für Stahl I feinere Kornbildung als für die Stähle II und III. Die günstigeren für die Stähle II und III gemessenen Wattverlustwerte dürften deshalb hauptsächlich durch die Korngröße und nicht durch die Bevorzugung bestimmter Kristallorientierung bedingt sein.

Schlußfolgerungen.

Die Frage, welche Kaltverformung vor der Schlußglühung zur Erzielung günstigster Wattverluste angewandt werden muß, kann grundsätzlich dahin beantwortet werden, daß schwache Abnahmen (etwa 10 %) bei verhältnismäßig niedriger Glühtemperatur bereits günstige Wattverlustwerte ergeben. Bei hoher Schlußglühtemperatur (über 1000°) ist ein Einfluß der Kaltverformung auf die Wattverluste nicht mehr vorhanden. Durch Anwendung hoher Glühtemperaturen ist man also nicht an einen engen Verformungsbereich, der walztechnisch schwer einzuhalten ist, gebunden.

Als Glühtemperatur ist für niedrigsilizierten Stahl (etwa 1 % Si) eine Temperatur unterhalb 900° zu empfehlen, um Ueberglühungen durch Ueberschreiten des oberen Umwandlungspunktes zu vermeiden. Für höhersilizierten Stahl (über 2 % Si) empfiehlt sich eine Glühtemperatur oberhalb

1000°, wobei allerdings zu beachten ist, daß die Biegezahl eine Verschlechterung erfährt.

Die Anwendung des Durchlaufglühverfahrens ergibt bei den höhersilizierten Stählen Wattverlustwerte, die denen der Kistenglühung entsprechen. Das Durchlaufverfahren hat fertigungstechnische Vorteile; die Glühzeit ist verhältnismäßig kurz; die Gefahr des Zusammenschweißens, die beim Glühen im Blechstapel bei hohen Temperaturen gegeben ist, fällt fort, und man erzielt günstigere Biegezahlen.

Zusammenfassung.

An drei Stählen mit 0,75, 2,03 und 4,05 % Si wurden Kaltwalz- und Glühversuche in der Weise durchgeführt, daß der warmgewalzte Ausgangswerkstoff von 2 und 3 mm Dicke und 25 mm Breite zunächst auf bestimmte Vormaße kaltgewalzt, sodann einer Zwischenglühung unterzogen und anschließend auf 0,35 und 0,50 mm fertiggewalzt wurde, so daß um 10 bis 80 % schlußverformte Bandstreifen zur Verfügung standen. Diese wurden bei verschiedenen Glühtemperaturen und Glühzeiten schlußgeglüht.

Kistenglühung unter Schutzgas ergab bei den drei Versuchsstählen bis zu einer Glühtemperatur von 1000° noch eine Abhängigkeit der Wattverluste vom Verformungsgrad. Bis zu dieser Temperatur werden die günstigsten Wattverlustwerte bei den am schwächsten verformten Proben (10 % Abnahme) erhalten. Bei Glühtemperaturen über 1000° ist keine Abhängigkeit der Wattverluste von der vorausgegangenen Abnahme mehr vorhanden.

Glühversuche über wenige Minuten zeigten, daß bei dem höhersilizierten Dynamo- und Transformatorenbandstahl eine genügende Rekristallisation in verhältnismäßig kurzer Zeit erzielt wird; die bei Glühversuchen im Durchziehofen gemessenen Wattverlustwerte bei dem Stahl mit 2,03 und 4,05 % Si erreichen und unterschreiten zum Teil die bei Kistenglühung erzielten Wattverlustziffern; zudem ergibt die kurzzeitige Durchziehgühtung höhere Biegezahlen.

* * *

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

H. H. Meyer, Essen: Die Feststellung der Herren Pomp und Wübbenhorst, daß bei steigender Glühtemperatur die Wattverluste für Dynamo- und Transformatorenstahl abnehmen, deckt sich mit unseren Erfahrungen. Die früher häufig angegebene Gefahr der Ueberglühungen bei Temperaturen über 1000° ist bei Glühungen unter Schutzgas nicht vorhanden.

Es fällt jedoch der verhältnismäßig hohe Wattverlust auf, der im günstigsten Fall 0,8 Watt/kg für einen Stahl mit 4 % Si beträgt. Von E. Houdremont⁹⁾ ist bereits als günstigster Wattverlust 0,85 Watt/kg für warmgewalztes Blech angegeben worden. Dabei muß noch berücksichtigt werden, daß sich dieser Wert auf die übliche Epsteinprobe bezieht, d. h. auf Proben, die nach dem Glühen geschnitten und je zur Hälfte längs und quer zur Walzrichtung entnommen sind. Außerdem habe ich selbst bei kaltgewalztem Bandstahl mit 3,5 % Si, der ähnlich, wie es N. P. Goss¹⁰⁾ angegeben hat, hergestellt war, einen Wattverlust von 0,55 Watt/kg gemessen¹¹⁾.

F. Loos, Duisburg-Hamborn: Die Ansicht der Herren Pomp und Wübbenhorst, daß eine Kaltverformung von über 10 % die elektrischen Eigenschaften des Transformatoreisens nicht mehr verbessert, deckt sich auch mit meiner Auffassung. Geht man aber nur bis zu einer Kaltverformung von 10 %, so besteht zwischen der Herstellung des sogenannten kaltgewalzten Transformatorenbandes und der Herstellung des warmgewalzten Transformatorenbleches in dieser Beziehung kein allzu großer Unterschied mehr, da die Feinblechwalzwerke ihre warmgewalzten Elektrobleche ja auch in diesen Grenzen durch das Dressieren kalt verformen.

⁹⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 38.

¹⁰⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 23 (1935) S. 511.

¹¹⁾ Meyer, H. H., und H. Fahlenbrach: Techn. Mitt. Krupp, B: Techn. Ber., 7 (1939) S. 123/32.

Nach meiner Erfahrung besteht zwischen dem Wattverlust und der Korngröße kein klarer Zusammenhang, wohl aber ist die geradlinige Ausbildung der Korngrenzen und die gute Einformung der Körner von Bedeutung. Eine Glühung bei 1000° und höher läßt sich meiner Ansicht nach bei dünnen Transformatorenblechen und -bändern praktisch nicht einwandfrei durchführen, weil bei den hohen Temperaturen und der Forderung, blankgeglühtes Gut mit einwandfreier Oberfläche zu erzielen, zu viele Störungen eintreten.

Wenn man den von den Herren Pomp und Wübbenhorst bei Transformatorenband erreichten niedrigsten Wert von 0,8 Watt/kg mit den Wattverlusten von hochwertigen Transformatorenblechen vergleicht, so ergibt sich, daß das Transformatorenblech weit bessere Werte erreicht. Es muß ferner berücksichtigt werden, daß das Transformatorenband auf dem Ferrometer nur in der wattverlustmäßig günstigsten Richtung, nämlich in der Längsrichtung, geprüft wurde, während das Transformatorenblech immer auf dem Epsteingerät untersucht wird, wobei die Probe je zur Hälfte aus wattverlustmäßig günstigen Längsstreifen und wattverlustmäßig ungünstigen Querstreifen besteht. Ebenso liegt der V_{15} -Wert, der heute beim Großtransformatorenbau eine wichtige Rolle spielt, bei dem in einer Richtung gewalzten Transformatorenband verhältnismäßig weit ungünstiger als beim Transformatorenblech.

P. Werthebach, Dortmund: Die Arbeit der Herren Pomp und Wübbenhorst ist dadurch besonders gekennzeichnet, daß sie die Anwendbarkeit des Durchziehgühtens für die Herstellung kaltgewalzter Dynamo- und Transformatorenblätter untersucht. Inzwischen hat die Praxis bereits eine deutliche Ueberlegenheit durchziehgeglihter, siliziumlegierter Stahlblätter gegenüber den im Topf ge- glühten erwiesen. Das allgemein übliche Glühen im Topf hat vielfach den Nachteil, daß die mittleren Umgänge des zusammengerollten Bandes weniger entkohlen und deshalb nicht so günstig ausfallen wie die beiden

Enden. Auf dieser Tatsache fußend, sind wir bereits 1938 dazu übergegangen, sämtliche Glühungen nur noch im Durchziehhofen vorzunehmen, weil man sich erst dann größte magnetische Gleichmäßigkeit versprach, wenn ein aufgerolltes, freischwebendes Band über die ganze Länge stets der gleichen Temperatur, Glühzeit und Atmosphäre ausgesetzt werden kann.

Die Versuche der Herren Pomp und Wübbenhorst haben nun schon nach wenigen Minuten des Durchziehlühens bei Stahl mit 2 und 4 % Si recht brauchbare Ergebnisse gebracht. Bei Stahl mit 0,75 % Si ist der Erfolg zunächst noch ausgeblieben. Dies hängt zweifellos mit einem noch zu hohen Kohlenstoffgehalt vor dem Durchziehlühen zusammen. Bei einer Wiederholung des Versuches würde auch an diesem niedriglegierten Band der Wattverlust infolge weiterer Entkohlung noch erheblich besser ausfallen. Wir konnten im Betriebe an durchziehgeglühten Bändern ohne weiteres folgende V_{10} -Zahlen erreichen:

für Stahl mit rd. 1 % Si und 0,5 mm Dicke: 2,4 Watt/kg
für Stahl mit rd. 2 % Si und 0,5 mm Dicke: 1,8 Watt/kg
für Stahl mit rd. 2 % Si und 0,3 mm Dicke: 1,4 Watt/kg

Allerdings waren hierzu meist längere Glühzeiten erforderlich, als sie von den Herren Pomp und Wübbenhorst angewandt wurden. Alle Bänder zeichneten sich durch größte Gleichmäßigkeit in den magnetischen Eigenschaften aus. Dies war sowohl an allen Stellen eines einzelnen Bandes als auch innerhalb einer Schmelze von Band zu Band der Fall.

Bezüglich der Korngröße mußten auch wir die Feststellung machen, daß eine kritische Verformung und Glühung in jedem Falle notwendig war. Gegenüber der häufig vertretenen Auffassung, daß die Korngröße nur eine ganz untergeordnete Bedeutung hat, ist hervorzuheben, daß man immer beachten muß, in welchem Maße Kornveränderungen eintreten. Steigert man z. B. das Ferritkorn von 5000 auf 10 000 μ^2 , so wird man allenfalls nur eine geringe Besserung der Verlustwerte feststellen. Liegt das Korn jedoch in einer Größe von etwa 500 μ^2 vor und vergrößert man es auf etwa 5 mm², was ein 10000facher Flächenzuwachs bedeutet, so wird hierdurch die magnetische Eigenschaft ganz beachtlich verändert. Gerade kaltgewalzte Dynamobänder, die infolge der vorausgegangenen hohen Kaltverformung meist sehr feinkörnig rekristallisieren, bedürfen einer zusätzlichen kornvergrößernden Behandlung. Man strebt hierbei eine möglichst geringe, aber noch kritische Verformung an, da dann das Korn am größten ausfällt. Die Schaubilder der Herren Pomp und Wübbenhorst deuten darauf hin, daß auch unterhalb

10 % Kaltverformung noch ein weiterer Abfall der Verlustziffer zu erwarten ist. Dies kommt auch schon in einer älteren Arbeit von A. Pomp und W. Walther¹²⁾ zum Ausdruck, in der 5 % verformte Bänder niedrigere Wattverluste aufwiesen als solche, die nur eine 9- oder 14prozentige kritische Kaltwalzung erfahren hatten.

Hinsichtlich des Einflusses der Glühtemperatur ist zu berücksichtigen, daß in der Arbeit der Herren Pomp und Wübbenhorst die hohen Temperaturen von 1200° nur deshalb die günstigen V_{10} -Werte von 0,8 Watt/kg ergeben konnten, weil die Glühungen unter Wasserstoff als Schutzgas stattgefunden haben. In einem solchen Falle tritt immer eine sehr wirksame Entkohlung ein. In einem neutralen Schutzgas ist dagegen bei 1200° mit einer Verschlechterung der Wattverluste durch Ueberglühung zu rechnen.

W. Bischof, Dortmund: Die etwas widersprechenden Angaben des Schrifttums über den Einfluß der Korngröße sind vielleicht zum Teil darauf zurückzuführen, daß der Einfluß der Korngröße durch den Einfluß anderer Gefügeerscheinungen überdeckt werden kann. Zu den günstigen Einflüssen in dieser Hinsicht möchte ich die Gleichmäßigkeit der Gefügeausbildung zählen, die sich in einer klaren Umgrenzung der Körner und in einer einheitlichen Korngröße äußert. Vielleicht läßt sich hierfür auch ein Anhalt aus den Untersuchungsergebnissen der Herren Pomp und Wübbenhorst entnehmen. In den Zahlentafeln sind die jeweiligen Kornklassen durch ein oder zwei Zahlen angegeben, je nachdem eine einzige Korngröße oder vorwiegend eine Korngröße mit stellenweise abweichenden Körnern gefunden wurde. Ich darf wohl als richtig annehmen, daß die Angabe einer einzelnen Klasse auf eine gewisse Gleichmäßigkeit, die Angabe von Mischklassen auf eine gewisse Ungleichmäßigkeit des Gefüges hindeutet. Von den 44 Fällen, wo in den Zahlentafeln 5, 9, 10, 12, 13 und 14¹³⁾ in den zu einer Glühtemperatur bzw. Glühzeit gehörenden Gruppen Einzel- und Mischklassen gleichzeitig auftreten, wird in 32 Fällen, d. h. in 73 % aller Fälle der beste Verlustwert bei einer Probe mit einer Einzelklasse der Korngröße gefunden. Das dürfte wahrscheinlich für den starken Einfluß der Gefügegelmäßigkeit sprechen.

¹²⁾ Siehe Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1329/34 (Walzw.-Aussch. 68). Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 11 (1929) S. 15/30.

¹³⁾ Die Nummern beziehen sich auf die ausführlichere Veröffentlichung in Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 23 (1941) S. 279/92.

Umschau.

Entschwefelung des Roheisens außerhalb des Hochofens.

Unter Berücksichtigung verschiedener Schrifttumsangaben wirft Ralph H. Sweetser¹⁾ die Frage auf, ob die Entschwefelung des Roheisens mit Soda für die amerikanischen Hochofenwerke zweckmäßig sei. In Nordamerika habe bisher ein Bedürfnis zur nachträglichen Entschwefelung des Roheisens nicht bestanden, da die Hochofen mit so hochwertigen Rohstoffen arbeiteten, daß das anfallende Roheisen meist nur arm an Schwefel war. Dennoch sei aber die Frage der Sodaentschwefelung für Amerika „gerade heute in der kritischen Zeit außerordentlicher Anstrengungen zur nationalen Verteidigung“ von sehr großer Bedeutung, da bei einer nachträglichen Entschwefelung des Roheisens der Hochofen einmal mit höher schwefelhaltigem Koks und zum anderen mit Erzen von geringerer Güte als bisher beschickt werden könne. Hierdurch würden manche Vorkommen von Kokskohle und manche Lagerstätten von Eisenerzen, für die bisher wegen der hohen Schwefelgehalte und sonstigen Zusammensetzung keine Verwendungsmöglichkeit bestand, an Bedeutung gewinnen. Ferner sei man in der Lage, bei nachträglicher Sodaentschwefelung des Roheisens im Hochofen mit einer geringeren Schlackenmenge zu arbeiten und deshalb den Durchsatz an Eisenerz zu erhöhen, also den Ofenraum besser auszunutzen.

Aus diesen Überlegungen heraus geht man nach den Angaben von Sweetser auch in den amerikanischen Hochofenwerken heute mehr und mehr zur Entschwefelung des Roheisens mit Soda über. Vom Hochofen- und Rohstoffausschuß des „Institute of Mining and Metallurgical Engineers“ wurden daher die Vorgänge bei der Sodaentschwefelung unter technischen Bedingungen und auch die Auswirkungen auf den Siemens-Martin-Betrieb und auf die Güte des erzeugten Stahles

untersucht. Ueber die Ergebnisse wurde auf einer Tagung des Hochofen- und Siemens-Martin- und des Rohstoffausschusses in Chicago am 23. und 24. April 1941 berichtet. Sie stand unter dem Leitwort: „Was kann der Rohstoff-, der Siemens-Martin- und der Hochofenmann in der Stahlindustrie für die nationale Verteidigung tun?“ Sweetser bezieht sich im wesentlichen auf die beiden Vorträge von M. Wheldon und G. Hanna über „Hochofenbetrieb beim Arbeiten mit kleinen Schlackenmengen und Erzeugung von hochschwefelhaltigem Eisen“ sowie von Ch. L. Labeka und J. Walker über „Entschwefelung von geschmolzenem Eisen mit Soda und der Einfluß des entschwefelten Roheisens auf den Siemens-Martin-Betrieb und auf die Stahlgüte“. Er geht aber fast nur auf den zweiten Vortrag ein, während er den ersten nur streift. Er weist lediglich darauf hin, daß die früher bei der Erzeugung schwefelarmen Roheisens im Hochofengang durch ungleichförmige Zusammensetzung des Kokes und der Eisenerze, vor allem infolge der stark schwankenden Schwefelgehalte, sich ergebenden Schwierigkeiten sehr leicht zu beheben seien, wenn man auf den Schwefelgehalt Rücksicht nicht zu nehmen brauche und die endgültige Entschwefelung außerhalb des Hochofens vornähme.

Von den bekannten Arbeitsweisen bei der Entschwefelung mit Soda behandelt er zunächst die Zugabe der Soda zum flüssigen Roheisen in der Abstichrinne. Eine Steigerung der Wirkung soll erreicht werden, wenn durch Eintauchen von feuerfesten Steinen in das fließende Eisen die Soda mit dem Eisen durchwirbelt wird. Bei der Zugabe der Soda vor dem Abstich in die Roheisenpfanne erwartete man ein besonders gutes Ausreagieren, wenn man das flüssige Eisen aus größerer Höhe und mit einer großen Geschwindigkeit darauf goß. Nach den von Sweetser angegebenen Zahlenwerten, die aus einer großen Reihe von Versuchen ermittelt wurden, muß der Ent-

¹⁾ Blast Furn. 29 (1941) S. 618/24.

schwefelung in der Abstichrinne der Vorzug gegeben werden, da in diesem Fall die niedrigsten Schwefelgehalte im Roheisen erzielt wurden und die Ausnutzung der Soda besser war als bei der Entschwefelung in der Pfanne, auch bei großer Fallhöhe des Eisens. Das bereits erwähnte Eintauchen von feuerfesten Steinen in das fließende Eisen scheint nach den Zahlenangaben die Entschwefelung in der Rinne in der Tat zu verbessern. Die bekannte ungünstige Wirkung von Hochofenschlacke, die vom vorhergehenden Abstich noch in der Rinne verblieben ist, wird ebenfalls beobachtet, sie ist jedoch nur gering.

Die Ausgangsschwefelgehalte des Roheisens liegen im Durchschnitt bei 0,050 % S, die Zugaben an Soda bewegen sich zwischen 3,6 und 4,8 kg/t und bewirken eine Abnahme des Schwefelgehaltes auf im Mittel 0,029 % S. In *Zahlentafel 1* sind diese Werte mit den mittleren Gehalten der übrigen Bestandteile zusammengestellt. Danach nehmen die Silizium- und auch die Mangangehalte des Eisens ein wenig ab, und zwar die Siliziumgehalte um so mehr, je höher die Gehalte im Roheisen vor der Entschwefelung waren. Die Abnahme der Mangangehalte hingegen ist ziemlich unabhängig von der Höhe der Ausgangsmangangehalte, was bei den hohen Siliziumgehalten, die das Mangan vor der Oxydation schützen, nicht anders zu erwarten ist. Die Schwefelgehalte sind so gering, daß sie die hohen Mangangehalte nicht wesentlich ändern können, auch wenn ein Teil des Schwefels als Mangansulfid abgeschieden würde.

Zahlentafel 1. Die Aenderung der Gehalte des Roheisens durch die Sodaentschwefelung.
(Mittelwerte bei Zugabe 3,6 bis 4,8 kg/t.)

Element	Anfangsgehalt %	Endgehalt %
S	0,0501	0,0287
Mn	1,667	1,641
Si	0,873	0,816
C	4,600	4,600
C als Graphit	3,610	3,560
C gebunden	0,990	1,040

Da es durch die Einführung der Sodaentschwefelung gelang, ein Roheisen von gleichmäßig niedrigen Schwefelgehalten (etwa -0,03 % S) herzustellen, wurde es möglich, das Roheisen zum Teil, ohne es vorher dem Mischer zuzuführen, sofort im Siemens-Martin-Ofen weiterzuverarbeiten.

Um festzustellen, ob das mit Soda entschwefelte Roheisen einen Einfluß auf die Stahlgüte ausübt, wurden die Beobachtungen, die beim Arbeiten mit in üblicher Weise durch basische Schlackenführung im Hochofen entschwefeltem Roheisen gemacht wurden, verglichen mit den Feststellungen, die sich beim Arbeiten mit sodaentschwefeltem Eisen ergaben. Hierbei konnten natürlich nur Siemens-Martin-Schmelzungen miteinander verglichen werden, die einander weitgehend entsprachen, vor allem in den Schmelztemperaturen und der Zusammensetzung der erzeugten Stähle. Es zeigte sich dabei, daß das im Hochofen mit höheren Schwefelgehalten erblasene und anschließend mit Soda entschwefelte Roheisen sich in keiner Weise weder auf den Siemens-Martin-Betrieb noch auf die Stahlgüte ungünstig auswirkt.

Helmut Maetz.

Beispiele für die Leistungssteigerung im Platinenwalzwerk, beim Stanzen und Beschneiden von Bändern.

Die folgenden Beispiele aus der betriebswirtschaftlichen Tagesarbeit zeigen, wie durch sorgfältige Arbeits- und Zeitstudien in Verbindung mit daraus entwickelten technischen Verbesserungen und einer Verankerung in richtigen Akkorden beachtliche Leistungssteigerungen erzielt werden können.

1. Mit dem Walzen von Platinen wurde im März 1944 begonnen; die Leistung betrug hierbei während der Anlaufzeit rd. 80 Stiche je 8 h und stieg mit zunehmender Einarbeit bis auf 120 Stiche je 8 h.

Voruntersuchungen der Betriebswirtschaftsstelle ergaben, daß diese Leistung noch erhöht werden konnte. Diese Annahme wurde bestätigt durch eine vom Betrieb vorgenommene Ueberprüfung der Strombelastungsstreifen. Diese ergab, daß bei 8stündiger Schicht so viele kurzzeitige Unterbrechungen vorkamen, daß insgesamt 2½ h nicht gewalzt worden war. Auf Grund dieser Feststellung wurde, da die Betriebswirtschaftsstelle aus Mangel an Zeitstudien-Ingenieuren zur Zeit nicht in der Lage war, eingehende Rationalisierungsmaßnahmen mit zugehöriger Akkordeinführung durchzuführen, vom Betrieb als Zwischenregelung, ohne den späteren end-

gültigen Akkordzeiten und Akkordverdiensten vorzugreifen, folgende vorläufige Regelung festgelegt:

130 Stiche = ± 0 %	Leistungs- zulage (Ueber- verdienst).
über 143 Stiche = + 10 %	
über 156 Stiche = + 20 %	
über 169 Stiche = + 30 %	

Das Ergebnis war, daß im Durchschnitt 160 Stiche = 23 % Ueberverdienst in 8stündiger Schicht erzielt wurden. Die Leistungssteigerung betrug danach rd. 33 %.

Nachdem die Betriebswirtschaftsstelle ihre Zeitstudien angestellt und ausgewertet hatte, wurde ein Akkord festgelegt, der bei 215 Stichen/8 h einen Ueberverdienst von 25 % vorsah. Alle Einwände wurden von der Betriebswirtschaftsstelle abgelehnt. Nach anfänglichem Zögern wurden die 215 Stiche nicht nur erreicht, sondern noch um rd. 20 % überschritten. Die zweite Leistungssteigerung betrug also rd. 65 %.

2. Im Juni 1941 wurde mit dem Arbeiten an einer neuen Stanze begonnen. Weil aber an der Stanze noch einige technische Mängel beseitigt werden mußten und der Bedienung die Möglichkeit zum Einarbeiten gegeben werden sollte, wurde von einer sofortigen Akkordeinführung abgesehen. Nach einer Anlaufzeit von 4 Wochen betrug die Leistung 45 bis 60 Platinen/10 h. Die zur Leistungsüberwachung während dieser Zeit angebrachte Rütteluhr ergab, daß die Stanze bei obiger Leistung nur zu etwa 50 % ausgenutzt worden war. Der daraufhin von der Betriebswirtschaftsstelle ausgearbeitete Akkord sieht eine Leistung von 90 Platinen je 10 h vor. Diese Leistung wurde sofort erreicht und ist teilweise bis zu 20 % überschritten worden.

3. Durch Aenderung der Arbeitsweise wurde das seitliche Beschneiden von Bändern vereinfacht. Aus diesem Grunde wurden auf Wunsch des Betriebes neue Zeitstudien gemacht; ihr Ergebnis sah eine Leistungssteigerung von rd. 55 % vor, bei Ueberverdiensten bis zu 35 %. Von den Scherenleuten wurde der neue Akkord mit der Begründung abgelehnt, daß die verlangte Leistung nicht zu erreichen sei. Die Akkordeinführung wurde vorläufig zurückgestellt, weil auf Wunsch des Betriebes und der Scherenmänner eine Nachbeobachtung gemacht werden sollte. Die Nachbeobachtung ergab, daß die verlangte Leistung ohne unzulässige Ueberanstrengung zu erreichen ist. Der Akkord wurde daraufhin vom Betrieb eingeführt. Die vorgegebene Leistung wurde zunächst nicht erreicht; nach ernsten Vorhaltungen der Betriebsleitung wurde dann die gewünschte Leistung und auch der Ueberverdienst von 35 % erzielt. Karl Wilbrink, Dortmund.

Vervollständigte Berechnung des Wärmeaustausches im Winderhitzer.

Im Jahre 1939 hat H. Hausen¹⁾ eine theoretisch begründete einfache Gleichung zur Berechnung der Wärmedurchgangszahl von Winderhitzern veröffentlicht. Er hat schon damals darauf hingewiesen, daß diese Berechnungsart gewisse sehr rasche Temperaturänderungen nicht berücksichtigt, die unmittelbar nach jedem Umschalten auftreten. Auch der abweichende Temperaturverlauf an den Enden des Winderhitzers bedarf unter Umständen einer gesonderten Berechnung, wofür bereits am Schlusse der Arbeit ein allerdings reichlich verwickeltes Verfahren angedeutet wurde. Unter den üblichen Verhältnissen sind die genannten beiden Einflüsse meist gering. Um sie aber stets genau und doch rasch berücksichtigen zu können, hat der Verfasser eine erweiterte Theorie entwickelt²⁾. Hierdurch wird es selbst unter ausgefallenen Bedingungen möglich, sowohl den Temperaturverlauf an allen Stellen des Winderhitzers als auch die Wärmedurchgangszahl genau zu berechnen.

Die Betrachtungen gelten nicht nur für Winderhitzer, sondern für alle Arten von Regeneratoren, d. h. für alle Wärmeaustauscher, durch die die Gase abwechselnd in entgegengesetzter Richtung hindurchströmen und bei denen die übergehende Wärme in einer Füllmasse mit großem Wärmespeichervermögen vorübergehend gespeichert wird.

Bei der Ableitung des Verfahrens werden die periodischen Temperaturänderungen im Winderhitzer als Temperaturschwingungen betrachtet. Durch eine genaue Berechnung der Grundschiwingung lassen sich die raschen Temperaturänderungen unmittelbar nach dem Umschalten berücksichtigen. Der abweichende Temperaturverlauf an den Enden des Winderhitzers kann mit Hilfe der Oberschwingungen wiedergegeben werden. Das sich hierbei ergebende Verfahren zur Berechnung der Wärmedurchgangszahl beruht auf dem Gedanken, zunächst die

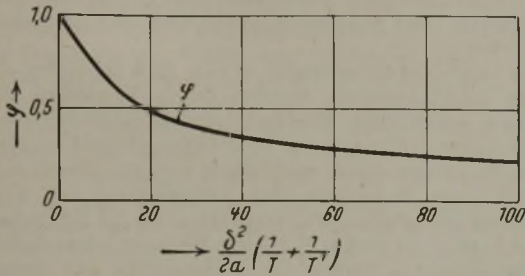
¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 473/80.

²⁾ Hausen, H.: Verfahrenstechn. 1942, S. 31/43.

Wärmedurchgangszahl k_0 zu ermitteln, die allein der Grundschwingung entspricht. Die wahre Wärmedurchgangszahl k ergibt sich dann durch Bestimmung des Verhältnisses $k : k_0$, das den Einfluß der Oberschwingungen zum Ausdruck bringt. Der Rechnungsgang ist hierbei folgender (vgl. *Tafel 1*):

1. Berechnung von $\frac{\delta^2}{2a} \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T'} \right)$

2. Abgreifen von φ :



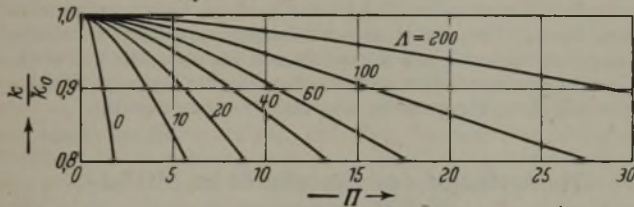
3. Wärmedurchgangszahl k_0

$$\frac{1}{k_0} = (T + T') \left[\frac{1}{\alpha T} + \frac{1}{\alpha' T'} + \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T'} \right) \frac{\delta}{6\lambda} \varphi \right]$$

4. Berechnung der Kenngrößen: reduzierte Länge $\Lambda = 4 \frac{k_0(T+T')F}{WT+W'T'}$

$$\text{reduzierte Periodendauer } \Pi = 4 \frac{k_0(T+T')}{\gamma \cdot c \cdot \delta}$$

5. Abgreifen von $\frac{k}{k_0}$:



6. Ermittlung der wahren Wärmedurchgangszahl $k = k_0 \cdot \frac{k}{k_0}$

$$7. \frac{1}{k} = \left[1 + \frac{0,078 \cdot \left(\frac{\alpha T + \alpha' T'}{\gamma \cdot c \cdot \delta} \right)^2}{1 + \frac{\alpha}{W} + \frac{\alpha'}{W'}} \right] \cdot (T + T') \left[\frac{1}{\alpha T} + \frac{1}{\alpha' T'} + \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T'} \right) \frac{\delta}{7\lambda} \right]$$

Tafel 1. Arbeitsblatt zur Berechnung der Wärmedurchgangszahl k eines Regenerators.

Aus der Steindicke δ , der Temperaturleitzahl der Steine a , der Dauer der Heizzeit T und der Dauer der Windzeit T' berechnet man die Kenngröße

$$\frac{\delta^2}{2a} \left(\frac{1}{T} + \frac{1}{T'} \right)$$

Mit Hilfe dieses Wertes greift man aus der in *Tafel 1* unter 2 dargestellten Kurve den Wert φ ab. Dann berechnet man die Wärmedurchgangszahl k_0 nach der in *Tafel 1* unter 3 angeführten Gleichung, worin λ die Wärmeleitzahl des Steines und α und α' die Wärmeübergangszahlen in der Heizzeit und Windzeit bedeuten. Von der früheren Gleichung¹⁾ unterscheidet sich diese neue Beziehung nur durch das Hinzutreten des Wertes von φ . Bei geringer Steindicke stimmen beide Gleichungen fast genau überein. Die neue Gleichung bleibt jedoch auch bei beliebigen dicken Steinen und auch im Grenzfall unendlich dicker Steine gültig.

Zur Ermittlung des Verhältnisses $k : k_0$ bestimmt man zunächst die „reduzierte Länge“ Λ und die „reduzierte Periodendauer“ Π nach den Beziehungen unter 4 (*Tafel 1*). In diesen Ausdrücken ist F die wärmeübertragende Fläche eines Windheizers, W und W' sind die Wärmespeichervermögen der in der Zeiteinheit hindurchströmenden Mengen des Heizgases und des Windes, γ und c sind das spezifische Gewicht und die spezifische Wärme der Steine. Aus den Kurven unter 5 in *Tafel 1* kann man mit Λ und Π den Wert des Verhältnisses $k : k_0$ abgreifen. Die wahre Wärmedurchgangszahl k erhält man schließlich, indem man den vorher bestimmten Wert von k_0 mit dem Verhältnis $k : k_0$ vervielfacht.

Bei geringeren Ansprüchen an die Genauigkeit kann man die wahre Wärmedurchgangszahl auch nach der unter 7 angegebenen Gleichung berechnen. Bis $\Pi = 10$ und für $k/k_0 \geq 0,9$ liegen die Fehler dieser Gleichung meist unter 2%.

Helmuth Hausen.

Korrosionsschutz von Stahl durch Nitrieren.

Die Tatsache, daß durch Ammoniak oder andere stickstoffabgebende Mittel auf Eisen erzeugte Nitrierschichten zu einem stark erhöhten Widerstand gegenüber Rostbildung führen, ist seit langer Zeit bekannt¹⁾. Aber erst die Einführung der für die Verstickung mit Aluminium und Chrom besonders legierten Stähle²⁾ führte zu einer technischen Verwertung des Nitrierverfahrens; denn erst hierdurch wurde es möglich, festhaftende und nicht zu spröde Oberflächenschichten zu erzeugen.

Ausschlaggebend für die Verbreitung des Nitrierens waren zunächst die allgemein bekannten durch dieses Verfahren erzielbaren Eigenschaften, wie hohe Härte und Verschleißbeständigkeit. Ueber den Einfluß der Nitrierung auf den Korrosionswiderstand sind im Schrifttum nur einzelne und zum Teil widersprechende Angaben vorhanden. Sie weisen aber alle eindeutig darauf hin, daß Nitrierschichten gegenüber milden Angriffsmitteln gute Rostbeständigkeit aufweisen. So haben z. B. Versuche von O. Hengstenberg³⁾ ergeben, daß Nitrierstähle selbst nach langzeitiger Lagerung in Luft, Wasser, Dampf und Dampf-Luft-Gemischen keinen Rostangriff aufweisen. Die Widersprüche entstehen erst bei der Beurteilung des Verhaltens in Seewasser, Salzlösungen, Säuren und einigen weiteren starken Korrosionsmitteln; sie sind darauf zurückzuführen, daß in den einzelnen Fällen die Angriffsstoffe in verschiedenen Zusammensetzungen angewandt wurden. Eine einwandfreie Schutzwirkung üben Nitrierschichten nur gegenüber milden Korrosionsmitteln aus. Bei stark angreifenden Stoffen bietet die Nitrierung keine Vorteile; verstickte Oberflächen sind besonders gegenüber anorganischen Säuren unbeständig, sie sind sogar empfindlicher als unnitrierte Stähle.

Heute gibt es schon einige Verwendungszwecke für Nitrierstähle, die auf deren Korrosionsbeständigkeit, allerdings auch gleichzeitig auf ihren Verschleiß- und Gleiteigenschaften fußen.

So werden beispielsweise in großem Umfang Wellen von Wasserpumpen nitriert, wodurch sie eine sehr hohe Lebensdauer erhalten. Bei einem Versuch⁴⁾ wurde festgestellt, daß nitrierte Wellen für Wasserpumpen von Kraftwagen nach 100stündigem Betrieb bei Höchstbelastung des Motors keinerlei Angriff aufwiesen, wogegen Wellen aus einsatzgehärteten und verchromten legierten Stählen durch diese hohe Beanspruchung unbrauchbar wurden.

Auch bei der Herstellung von Kolbenstangen für Heißdampfmaschinen hat sich Nitrierstahl in der Praxis bewährt. Neben seiner Korrosionsbeständigkeit wirkt sich hierbei vor allem die erhebliche Steigerung der Wechsel- und der Korrosionsdauerfestigkeit durch das Nitrieren günstig aus. In diesem Zusammenhang sei hier kurz auf die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zur Ermittlung der Korrosionsdauerfestigkeit von Nitrierstahl hingewiesen. R. Mailänder⁵⁾ hat beispielsweise festgestellt, daß die Dauerfestigkeit von nitrierten Stäben durch Benetzen mit Leitungswasser überhaupt nicht beeinflußt wird. Auch die Seewasser-Korrosionswechsel- festigkeit wird nach Versuchen von A. Jünger⁶⁾ durch Nitrieren um ein Mehrfaches erhöht. So wurde bei nitrierten Stählen mit einer Zugfestigkeit von etwa 90 kg/mm², nach Prüfung bis 200 Millionen Lastspielen, eine Biege-wechselfestigkeit von 40 kg/mm², gegenüber nur 6 kg/mm² im unnitrierten Zustand, ermittelt. Aus den wiedergegebenen Versuchsergebnissen ersieht man die Eignung der Nitrierstähle zur Herstellung von Bauteilen, die neben einer hohen wechselnden mechanischen Beanspruchung auch einem Korrosionsangriff unterliegen.

Der Nitrierstahl wird ferner weitgehend als Dichtwerkstoff bei Heißdampfmaschinen verwendet. Dichtplatten und Dichtringe von Ventilen und Schiebern können durch Verwendung von Nitrierwerkstoffen bei gleicher Korrosionsbeständigkeit und hohem Widerstand gegenüber der Erosionswirkung des strömenden Dampfes um ein Vielfaches höher belastet werden als hochlegierte nichtrostende Stähle oder besondere Auftragschweißungen und Bronzen. Nach Versuchen von M. Knörlein⁷⁾ kann Nitrierstahl einer Belastung von weit mehr als 10 kg/mm² ausgesetzt werden, während der nächstbeste Werk-

¹⁾ DRP. 271 568 vom 2. Juli 1912; amer. Pat. 1 065 379 vom 19. März 1908; DRP. 314 686 vom 25. Juli 1918.

²⁾ DRP. 386 510 vom 28. Januar 1921. Vgl. Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 1271/79.

³⁾ Krupp. Mh. 9 (1928) S. 93/96.

⁴⁾ Metallurgist 5 (1929) S. 63/64.

⁵⁾ Techn. Mitt. Krupp 1 (1933) S. 53/58.

⁶⁾ Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 5 (1937) S. 1/12.

⁷⁾ Arch. Wärmewirtsch. 20 (1939) S. 241/45.

stoff — aufgeschweißte Chrom-Wolfram-Kobalt-Legierungen — nur rd. ein Sechstel der obengenannten Belastung zuließ, und höhere Beanspruchungen bei ihm zum Fressen führten.

Es hat sich gezeigt, daß Nitrierstähle eine hohe Beständigkeit gegenüber den stark korrosiv wirkenden klopfesten Brennstoffen aufweisen. Versuche haben ergeben, daß nach sechsmonatiger Lagerung in Benzin mit Bleitetraäthylzusatz verstickte Proben keinerlei Veränderung zeigten, während an unnitrierten Proben sehr starke Anfressungen festgestellt wurden. Auf Grund dieser Tatsache werden vielfach Nitrierstähle für Hähne, Verschlüsse und andere Teile von Brennstoffleitungen und Tankbehältern verwendet.

Außer den genannten Fällen erweist sich die Rostbeständigkeit der Nitrierstähle selbstverständlich auch günstig bei einer ganzen Reihe von empfindlichen Maschinenbauteilen und Meßwerkzeugen, die einem verschärften Angriff durch Luftfeuchtigkeit oder Handschweiß ausgesetzt sind.

In neuerer Zeit sind Vorschläge gemacht worden, das Nitrieren zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit auch auf Stähle auszudehnen, die nicht für diesen Zweck besonders legiert sind. W. D. Jachnina⁸⁾ untersuchte eine Reihe von nitrierten Proben aus unlegierten Stählen. Dabei ist festgestellt worden, daß schon außerordentlich dünne Schichten genügen, um den Korrosionswiderstand der Stähle erheblich zu steigern. So sollen beispielsweise Nitrierungen während 30 bis 10 min bei 500 bis 600° vollständig ausreichen. Diese dünnen Schutzschichten sollen wesentlich geringere Sprödigkeitsneigung aufgewiesen haben, als sie bekanntlich beim Verstickern von Kohlenstoffstählen beobachtet werden. Auf Grund dieser Feststellung werden auf einem Werk Teile von Schweißbrennern, die einer Rostgefahr unterliegen, zur Einsparung von Messing aus unlegiertem Stahl angefertigt und nitriert.

Im Zusammenhang damit befaßt sich eine Reihe von Versuchen mit Verstickung bei erhöhten Temperaturen, um dadurch korrosionsbeständige Schichten in kürzester Zeit zu erzeugen⁹⁾. Die Nitrierbehandlung wurde bei 700° während rd. 1 h ausgeführt, wodurch Schichten von 0,02 bis 0,08 mm Dicke erzeugt wurden. So behandelte Gegenstände wiesen nach langem Lagern in Wasser keinerlei Korrosionsspuren auf. Dieses Verfahren dürfte aber in der angegebenen Form praktisch deswegen nicht anwendbar sein, weil die mit der Behandlung verbundene Anlaßwirkung beim Erhitzen auf 700° zu Festigkeitseigenschaften führt, die in den meisten Fällen nicht ausreichen dürften. Bei der Erzeugung von besonders dünnen, nur dem Korrosionsschutz dienenden Nitrierschichten muß ganz besonders darauf geachtet werden, daß diese Schutzschichten gleichmäßig die gesamte Oberfläche der Stücke bedecken. Hierfür müssen vor dem Einlegen zum Nitrieren etwaige Öl-, Fett-, Rostflecke u. ä. sorgfältig entfernt werden. Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß der Einsatzkasten, in dem die Nitrierung durchgeführt wird, unbedingt aus einer Sonderlegierung sein muß. Bei Anwendung von Kästen aus unlegierten Stählen, die durch Stickstoff leicht angegriffen werden, ist vielfach ungleichmäßige Nitrierung beobachtet worden⁹⁾.

Es sind Versuche gemacht worden, chirurgische Nadeln aus unlegiertem Stahl mit etwa 0,8 % C zur Erzielung einer erhöhten Rostbeständigkeit mit einer hauchdünnen Nitrierschicht zu versehen¹⁰⁾. Das Verstickern der Nadeln wurde während etwa 1 min bei 840° durchgeführt, wobei anschließend die Nadeln in Öl abgeschreckt und auf 425° angelassen wurden. Nach 24stündiger Korrosionsprüfung in Leitungswasser wiesen die so behandelten Nadeln keinen Rostangriff auf, während gleichzeitig eingehängte, in üblicher Weise vernickelte Nadeln Rostflecke zeigten. Das gleiche Verfahren der zusätzlichen, kurzzeitigen Verstickung bei Härtetemperatur vor dem Ablöschen ist auch an einigen unlegierten, Kugellager- und anderen Stählen geprüft worden¹¹⁾. Es hat sich dabei gezeigt, daß hierdurch eine gute Korrosionsbeständigkeit gegen atmosphärische Einflüsse und Wasserdampf erreicht werden kann. Die erzeugten Oberflächenschichten sollen gute Zähigkeitseigenschaften auf-

gewiesen haben. Bei der Beurteilung einer betrieblichen Durchführbarkeit dieses Verfahrens muß jedoch berücksichtigt werden, daß die geringe Dicke der so erzeugten Schutzschichten von weniger als 0,1 mm Stärke keine Möglichkeit zuläßt, die Werkstücke nach der Behandlung an ihrer Oberfläche zu bearbeiten, ohne mindestens stellenweise diese Schicht zu entfernen. Dabei würde die durch das Ablöschen verursachte Verzuggefahr in vielen Fällen zu der Notwendigkeit führen, ein Nacharbeiten der behandelten Teile vorzunehmen. Ein solches Nacharbeiten ist bei dem üblichen Nitrierverfahren infolge der niedrigeren Temperatur und langsamer Abkühlung im allgemeinen nicht erforderlich.

Aus dem bisher Gesagten ergibt es sich, daß bei vielen unlegierten und niedriglegierten Stählen durch Verstickern der Oberfläche eine wesentliche Erhöhung der Rostbeständigkeit erreicht werden kann. Hieraus darf aber nicht gefolgert werden, daß bei allen Stahllegierungen unabhängig von der Zusammensetzung durch diese Maßnahme eine Verbesserung der Korrosionseigenschaften erzielbar ist. So führt z. B. die Nitrierung beim Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni zur Einbuße seines hohen Korrosionswiderstandes. Durch die Veränderung der chemischen Zusammensetzung an der Oberfläche infolge Stickstoffaufnahme verhält sich diese Legierung gegenüber einem Säureangriff nicht besser als Nitrierstahl. Das Korrosionsverhalten der Stähle wird durch Nitrierung, unabhängig von dem Legierungsgehalt der Stähle, auf einen ähnlichen Stand gebracht.

Betrachtet man zusammenfassend die verschiedenen Versuche und im Schrifttum bekannt gewordene Vorschläge, so ergibt es sich, daß das Verstickern als Maßnahme zum Schutz gegen milde Korrosionsmittel in zahlreichen Fällen angewandt werden kann. Die durch das Verfahren erreichbare Schutzwirkung erstreckt sich auf Temperaturen bis etwa 500°. Zweckmäßig wird das Verstickern an besonders hierfür legierten Stählen bei der üblichen Temperatur von 500° vorgenommen.

Georg Hieber.

Die Anfänge der Metallzeit in Mittel- und Nordeuropa.

Vom Standpunkte des Metallforschers aus hat sich W. Witter¹⁾ eingehend mit der Frühgeschichte der Metalle befaßt und ist dabei zu folgenden Ergebnissen gelangt.

Wenn man die bewährte Einteilung in Kupfer- und Bronzezeit beibehält, ergeben sich für den Beginn dieser Abschnitte in den einzelnen Ländern die in *Zahlentafel 1* enthaltenen Zeitpunkte. Die Verarbeitung des gediegenen Kupfers beginnt hiernach bereits in der Neolithik, sie erfolgte zuerst durch Hämmern, dann durch Zusammenschmelzen von Kupferstücken und Ausschmieden des Regulus und schließlich durch Formguß. Beim Schmelzen erhitzte man das Metall in der frühesten Zeit nur von oben. Denn erst später lernte man die Herstellung von Schmelztiegeln. Die Verarbeitung von gediegenem Kupfer ist auch für Mitteldeutschland nachgewiesen worden.

Die nächste Stufe war die Verhüttung oxydischer Kupfererze, die wohl mit der Verarbeitung des durch seine rote Farbe an Kupfermetall erinnernden Cuprits beginnt. Die oxydischen Erze waren im allgemeinen frei von Nebenbestandteilen, nicht so die meisten sulfidischen Erze, deren Benutzung deshalb am Auftreten anderer Metalle in den Funden zu erkennen ist. Die mitteldeutschen Kupferschmelzer verstanden es schon im 18. Jahrhundert v. Zw., sulfidische Erze mit nur 2,5 % Cu zu verhütten, sie brachten damals diese Technik mit in das Salzburgerische, wo sie zwischen 1800 und 600 v. Zw. bei Mitterberg in ihren kleinen Öfen insgesamt etwa 20 000 t Kupfer gewonnen haben.

Die Bronze kann nur dort entdeckt sein, wo gleichzeitig Kupfererze und Zinnerze oder zinnhaltige Kupfererze vorkommen. Derartige Vorkommen sind in Mitteldeutschland häufig, nämlich im Vogtland, im Saalfelder Gebiet, im Frankwald und im Fichtelgebirge bis zum Maintal hinunter. Ebenso wie verschiedene Völker unabhängig voneinander die Verarbeitung des gediegenen Kupfers entdeckt haben, dürfte auch die Bronze an mehreren Stellen aufgefunden sein. Da der Zinngehalt der Mischerze schwankt, erhielt man Bronzen verschiedener Zusammensetzung und lernte die wechselnde Härte der Bronzen kennen. Der letzte Schritt war die Gewinnung von reinem Zinn und die Entwicklung der Standardbronze mit 10 % Sn. Bis zu dieser Höhe ist aber, abgesehen von der später liegenden Entwicklung in Südamerika, nur Mitteleuropa gelangt. Der nahe Osten ist in der Metallurgie der Bronze auf einer tieferen Stufe stehengeblieben. Die weite Verbreitung der

⁸⁾ Westnik Inshenerow i Technikow 1940, S. 532/35; nach Chem. Zbl. 112 (1941) I, S. 2311/12.

⁹⁾ Ssamochotzki, A. J., und M. S. Matwejewa: Awia-promyschlennost 1940, Nr. 7, S. 38/40; nach Chem. Zbl. 112 (1941) I, S. 1223. Rodmann, N. R.: Awiatzionnaja Promyschlennost 1 (1941) Nr. 4, S. 6/7; nach Chem. Zbl. 112 (1941) II, S. 1197.

¹⁰⁾ Prosswirin, W. I.: Metallurg 13 (1938) Nr. 2, S. 91/94.

¹¹⁾ Prosswirin, W. I., u. A. P. Belowa: Westn. Metallo-prom. 19 (1939) Nr. 6, S. 57/64; nach Heat Treat. Forg. 26 (1940) S. 619.

¹⁾ Metall u. Erz 38 (1941) S. 189/95, 377/81 u. 402/03.

Zahlentafel 1. Uebersicht über den mutmaßlichen Beginn der Kupferzeit und das Auftreten der frühesten Kupfer-Zinn-Legierungen in den verschiedensten Gebieten.

	Mesopotamien	Indus-Tal	Kaukasus	Kleinasien	Mittelmeer- gebiet	Südost- europa	Mittel- europa	Nord- europa
Beginn der Kupferzeit v. Zw.	3500 bis 3300	3500 bis 3300	2000	3000	3000	3000	vor 3000	etwa 2500
Auftreten der frühesten Kupfer-Zinn- Legierungen v. Zw.	2700 bis 2600	2700	1700 bis 1500	2300 bis 2200	2200	2000	etwa 2500	1900

Fahlerzbronzen des Saalfelder Gebiets ist durch spektroskopische Untersuchungen erwiesen. Witter kommt zu dem Ergebnis, daß sich in Mitteldeutschland schon vor etwa 2400 v. Zw. ein autochthones Zentrum der Metallindustrie befand, dessen Entwicklung viele Hunderte von Jahren benötigt haben muß.

Im zweiten Teil seiner Arbeit beschäftigt sich Witter mit der schwierigen Frage nach dem Aufkommen der Eisengewinnung. Der Verfasser teilt die Ansicht von Kossinna, daß die Eisenzeit eines Volkes nicht mit der ersten Verwendung des Eisens zu Schmucksachen, sondern erst mit dem Zeitpunkt beginnt, da nicht mehr die Bronze, sondern das Eisen zur Herstellung der Geräte und Waffen verwendet wurde. Man kann sich dieser Begriffserklärung kaum anschließen. Denn der Uebergang vom Schmuckstück zum Gerät ist unscharf. Auch ist davor zu warnen, aus der Verwendung zu Schmuckstücken zu schließen, das Eisen sei damals noch selten gewesen.

Die Germanen Nordenropas erhielten die Kenntnis der Eisenbereitung von den illyrischen Volksstämmen, die in den Ostalpengebieten wohnten. Die frühesten Funde jener Gegenden zeigen die Verwendung des Eisens zu Ringen, Nadeln und Fibeln, nicht aber zu Geräten und Waffen; in der anschließenden Halstattzeit (seit etwa 1000 v. Zw.) überwiegen dann die eisernen Waffen. Das Wort „isarnon“, eisern, ist nicht keltisch, sondern illyrisch. Die jüngere Eisenzeit beginnt mit der Einwanderung kriegerischer Keltenstämme aus dem Sommegebiet nach Deutschland. Die Grenze zwischen Kelten und Germanen scheint zuletzt am Südrande des Harzes gelegen zu haben. Bei der Erforschung der Keltenfestung auf dem Kleinen Gleichberg bei Römhild, der Steinsburg, hat A. Götze²⁾ viel keltisches Eisenzeug gefunden. H. Hanemann³⁾ hat in diesen Funden die Verstählung des Eisens nachgewiesen. Auf die Anfänge der hochentwickelten keltischen Eisengewinnung, die durch die Funde von O. Krasa im Siegerland in weiteren Kreisen bekannt geworden ist, geht Witter nicht näher ein.

In den meisten anderen Ländern Europas tritt das Eisen kurz vor dem Jahre 1000 v. Zw. oder noch später auf. Auf dem griechischen Festlande beginnt die Anwendung des Eisens am Ende der mykenischen Zeit. Bei der dorischen Wanderung waren Illyrier die treibenden Kräfte. Es ist nicht glaubhaft, daß diese die Eisentechnik erst auf ihren Wanderungen kennengelernt haben. Man muß annehmen, daß sie diese aus ihrer Heimat in Schlesien und im südlichen Warthegau mitgebracht haben.

Nach Witter können nur Fachleute, die mit der Gewinnung oder Bearbeitung des Kupfers oder der Bronze vertraut waren, die Eisentechnik geschaffen haben. Entweder haben die Schmelzer Roteisenstein für Cuprit gehalten, oder sie haben, was nach Witter das wahrscheinliche ist, Kupferkies mit Spateisensteinangart verarbeitet und haben dabei eine Eisensau erhalten. Diese Entdeckung wird man wieder nicht nur an einer Stelle

²⁾ Prähist. Z. 13/14 (1921/22) S. 19/83.

³⁾ Ebenda, S. 94/98.

gemacht haben, sondern überall dort, wo solche Erze vorkommen, z. B. im Siegerland und in den Ostalpen. Es sei hier bemerkt, daß bereits Harry Craig Richardson⁴⁾ aus den überraschend reichen Eisenfunden der Halstattzeit den Schluß gezogen hat, daß das Eisen des Orients aus dem Westen stammt. Beide Forscher werden aber den viel älteren Eisenfunden des nahen Ostens, von denen Witter die Dolchklänge von Tell-Asmar (2700 v. Zw.)⁵⁾ erwähnt, nicht gerecht. Wenn man als wahrscheinlich annimmt, daß die Reduktion des edleren Kupfers aus seinen oxydischen Erzen der Gewinnung des unedleren Eisens voraufgegangen ist, bedarf es weder der Annahme von Quiring (Einschmelzen von Goldsand, der mit Magnetit verunreinigt war) noch der Vermutung von Witter. Es bleibt jedoch immer unklar, weshalb das schon früh bekannte Eisen erst zwei Jahrtausende später zum Nutmetall geworden ist.

Witter beschäftigt sich weiter mit der Frage, welches Volk im nahen Osten das Eisen zuerst allgemein angewendet hat⁶⁾. Er bezweifelt, daß die Hettiter ein altes Eisenvolk gewesen sind. Denn bei den Ausgrabungen in Boghazköi hat K. Bittel kein Eisen gefunden. Damit steht aber die Ansicht der Sprachforscher nicht im Einklang⁷⁾. Auch die wahrscheinlich mit den Churritern identischen Hyksos, die von 1700 bis 1500 v. Zw. Ägypten beherrschten, hatten zum Teil Eisenschwerter⁸⁾. Witter sieht das älteste Eisenvolk des nahen Ostens in den Philistern, die nach R. Herbig Illyrier waren. Bei Tell el Farah hat man einen vorphilistärischen Friedhof aus der Zeit vom 13. Jahrhundert bis etwa 1160 v. Zw. gefunden, der nur Bronze enthielt, und daneben einen Friedhof mit Philisterkeramik und Eisen neben Bronze. Witter weist darauf hin, daß die Philister die Kenntnis des Eisens aus ihrer Heimat in Mitteleuropa mitgebracht haben müssen.

Die Arbeiten von Witter zeigen, welche Bedeutung die spektroskopische Untersuchung für die Erforschung der vorgeschichtlichen Bronzezeit haben, auch die Frühgeschichte des Eisens könnte aus diesem Verfahren Nutzen ziehen. Im übrigen wird es zweckmäßig sein, sich zunächst auf die Zusammenstellung der frühesten Erwähnungen des Eisens in Schrift und Bild zu beschränken, wobei die Zusammenstellung der ältesten Eisenfunde durch J. W. Gilles⁹⁾ als Muster dienen sollte.

Otto Johannsen.

⁴⁾ Amer. J. Archaeology 38 (1934) S. 555/83; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 341.

⁵⁾ Iron Age 135 (1935) Nr. 23, S. 52; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 364.

⁶⁾ Siehe die ausführlicheren Darlegungen Witters über „Die Philister und das Eisen“. Forsch. u. Fortschr. 17 (1941) S. 223/25.

⁷⁾ Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 189.

⁸⁾ Pawlikowski-Cholewa, A. von: Die Heere des Morgenlandes. Berlin 1940. S. 103.

⁹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 254.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 22 vom 28. Mai 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 5/01, L 99 155. Kontinuierliches Walzwerk. Rudolf Laquay, Stuttgart.

Kl. 18 a, Gr. 5, T 55 624; Zus. z. Pat. 710 852. Verfahren und Vorrichtung zur Leistungserhöhung von Schachtöfen, insbesondere von Hochöfen. Erf.: Dr. Franz Bartscherer, Duisburg-Hamborn. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, E 52 161. Blankglüh-Muffelofen. Erf.: Dipl.-Ing. Carl Hanf, Düren. Anm.: Elino, Elektro-Industrie-Ofenbau Carl Hanf & Co., Düren.

Kl. 24 c, Gr. 9, M 140 886. Brennerkopf für Flammöfen. Dipl.-Ing. Karl Hermann Moll, Segensdorf über Neuwied a. Rh.

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

Kl. 24 k, Gr. 1, D 85 807. Tür- und Deckelverschluß für Gaserzeuger. Ernst Damaschke, Potsdam-Babelsberg.

Kl. 24 k, Gr. 5/02, D 85 505. Elektroofendeckel. Erf.: Dr.-Ing. Robert Klesper und Dr. phil. Hermann Knuth, Bonn. Anm.: Didier-Werke, A.-G., Berlin-Wilmersdorf.

Kl. 40 c, Gr. 10, N 43 694. Vorrichtung zum Entzinnen von Weißblechabfällen, Konservendosen u. dgl. mittels Elektrolyse. Romuald Nowicki, Kattowitz.

Kl. 40 d, Gr. 1/50, D 80 060. Verfahren zur Herstellung von Tiefziehblechen aus veredelbaren Aluminiumlegierungen. Erf.: Dr. Karl Ludwig Dreyer, Berlin-Hermsdorf, Dr. Max Hansen, Berlin-Frohnau, und Gerhard Reimink, Berlin. Anm.: Dürener Metallwerke, A.-G., Berlin-Borsigwalde.

Kl. 49 a, Gr. 33/04, N 44 395. Werkzeug, wie Drehstahl od. dgl., mit Hartmetallschneide. Jakob Nagel, Dresden.

Kl. 49 h, Gr. 35/01, E 55 243. Aluminothermische Schienenschweißung nach dem Zwischengußverfahren. Erf.: Paul Rüggeberg, Berlin-Tempelhof. Anm.: Elektro-Thermit, G. m. b. H., Berlin-Tempelhof.

Kl. 80 b, Gr. 8/04, S 136 672. Verfahren zur Herstellung von körnigem Sintergut. Arthur Sprenger, Berlin-Halensee.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 22 vom 28. Mai 1942.)

Kl. 7 a, Nr. 1 518 315. Aus ortsfest gelagerten Rollen bestehende Führung für die über den Rollgang von Walzwerken quer verschiebbaren Verschiebeleisten für das Walzgut. Schloemann, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 b, Nr. 1 518 378. Ausgekleidetes, dickwandiges Stahlrohr. Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt, vormals Roessler, Frankfurt a. M.

Kl. 7 b, Nr. 1 518 379. Plattiertes Rohr. Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt, vormals Roessler, Frankfurt a. M.

Kl. 31 a, Nr. 1 518 493. Vorrichtung zum Beschieken von Flammöfen, insbesondere Drehflammöfen. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 42 l, Nr. 1 518 421. Titriervorrichtung, insbesondere zur Bestimmung des Schwefelgehalts von schwefelhaltigen Gasen. Rheinmetall-Borsig, A.-G., Berlin W 8.

Kl. 49 a, Nr. 1 518 407. Vorrichtung zum selbsttätigen Zentrieren von Rohren od. dgl. in Bearbeitungsmaschinen. Mitteldeutsche Stahlwerke, A.-G., Riesa.

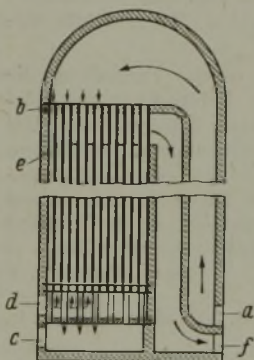
Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 c, Gr. 7₁₀, Nr. 716 962, vom 4. Mai 1938; ausgegeben am 3. Februar 1942. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Hugo Haage in Berlin-Ruhleben.) *Verfahren zur Verhinderung des Aneinanderhaftens von mit anorganischem Stoff isolierten Stahlblechen beim Glühen in Paketen.*

Die Bleche erhalten vor dem Glühen einen Ueberzug aus einer Zucker-, Dextrin- oder Stärkelösung.

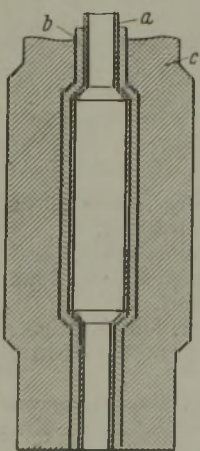
Kl. 18 a, Gr. 12, Nr. 717 258, vom 22. Oktober 1937; ausgegeben am 9. Februar 1942. Paul Schwarze in St. Gallen (Schweiz). *Rekuperativ betriebener Hochofenvorwärmer.*

Die Gichtgase treten bei a in den Brennschacht ein, verbrennen dort, und die Heizgase fallen von der Kuppel in die Züge ein; diese bestehen aus Lochsteinen mit einem oder mehreren Durchgängen, die derart aufgebaut sind, daß sich senkrecht verlaufende Kanäle ergeben. Ein Teil der Kanäle ist oben durch die Platte b verschlossen, so daß die Gase nur durch die oben offenen Durchgänge strömen können und bei c austreten, von wo sie in den Fuchs gelangen. Der Wind tritt bei d in die von den Gasen nicht benutzten Züge ein und strömt nach oben. Diese Züge endigen bei e, und der Wind muß wegen der Platte b in den Abzugschacht einbiegen sowie bei f den Rekuperator verlassen.



Kl. 31 c, Gr. 19₀₁, Nr. 717 355, vom 24. Juni 1939; ausgegeben am 12. Februar 1942. Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation, A.-G., in Bochum. (Erfinder: Dipl.-Ing. Aloys Heuvers in Bochum.) *Verfahren zum Herstellen von Hohlkörpern aus Stahlguß.*

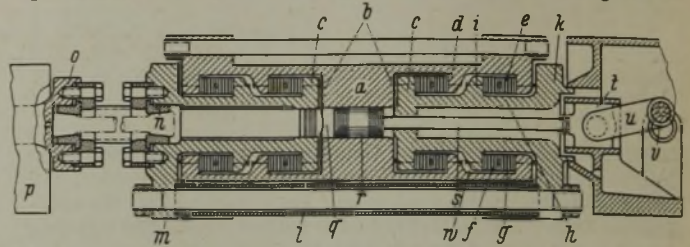
Das Rohr a, das von der Kernformmasse b umgeben wird, ist entsprechend den Bohrungen des mit einer großen Durchgangsöffnung in der Mitte und einer kleinen an den Enden zu gießenden Hohlkörpers c, z. B. Stützwalzen, ausgestaltet, d. h. an beiden verengt, und besteht aus einem wärmeleitenden Stoff, z. B. Eisen, der auch noch gekühlt werden kann. Nach dem Gießen wird die Formmasse b des Kernes herausgeputzt und das Rohr a durch Zerstörung herausgeholt.



Kl. 42 k, Gr. 20₀₂, Nr. 717 402, vom 17. März 1940; ausgegeben am 13. Februar 1942. Dr.-Ing. habil. Ernst Lehr in Augsburg. *Dynamisch wirkende Werkstoffprüfmaschine.*

Der Zylinder a hat die Arbeitsräume b, in denen die Arbeitskolben c verschiebbar sind; zwischen diesen und den Flanschen d sind Dichtungen e aus Gummischichten f und Metallschichten g angeordnet. Der Kolben c sitzt auf dem Schaft h, der den zweiten

Kolben i trägt, dieser wird ebenfalls durch eine Dichtung e abgedichtet. Die Kolbenstangen h der beiden Kolben c ragen nach



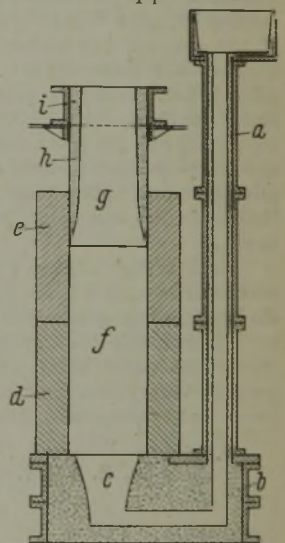
entgegengesetzten Enden aus dem Zylinder a heraus und sind durch Befestigungsmittel k, l starr miteinander verbunden, die um den Zylinder a herumgeführt sind. An dem Flansch m des linken Kolbens ist eine Vorrichtung n zum Einspannen von Versuchsstäben angeordnet, an die sich die Spannvorrichtung o und Meßvorrichtung p anschließen. Im Zylinder a ist zwischen den Arbeitsräumen b ein coaxialer Zylinderraum q vorgesehen, in dem sich der Verdichterkolben r bewegt; dieser wird durch Stange s, Kreuzkopf t, Pleuelstange u und Kurbelwelle v angetrieben. Durch Einleiten eines Druckmittels in den Raum q erhält der Arbeitskolben eine Zug- oder Druckspannung, darauf wird aus einem Druckmittelbehälter der gewünschte Druck in den Zylinderraum q gegeben. Wird nun die Kurbelwelle v in Drehung versetzt, so wird abwechselnd der rechte und linke Arbeitsraum verkleinert, wodurch der Druck in den entsprechenden Räumen gesteigert wird.

Kl. 49 h, Gr. 34₀₂, Nr. 717 429, vom 28. Juli 1937; ausgegeben am 13. Februar 1942. I.-G. Farbenindustrie, A.-G., in Frankfurt a. M. (Erfinder: Paul Ehlers in Frankfurt a. M.) *Verfahren zum Auftragschweißen von Werkzeugen u. dgl. mit karbidhaltigen Hartlegierungen.*

Zunächst wird eine aus einer möglichst eisenfreien Legierung bestehende Lage mit der Autogenflamme aufgetragen, während die folgenden aus der eigentlichen Schneidlegierung bestehenden, an sich ebenfalls autogen schweißbaren Lagen im elektrischen Lichtbogen aufgeschweißt werden.

Kl. 31 c, Gr. 16₀₂, Nr. 717 450, vom 27. Januar 1939; ausgegeben am 14. Februar 1942. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Dr. Arthur Reinhardt in Magdeburg.) *Verfahren zum Gießen von Schalenhartgußwalzen.*

Das Eisen wird durch das Rohr a eingegossen, das mit dem unteren Formkasten b für den Zapfen c verbunden ist. Dieser trägt die Schreckschalen d, e für den Walzenballen f. Der obere Zapfen g wird durch die in die Schale e eingesetzte Form h gebildet, auf die noch eine Form i für den verlorenen Kopf aufgesetzt wird. Um einen Temperaturengleich zwischen dem unteren und oberen Teil der Walze, besonders des Walzenballens, zu erreichen, wird heißes Eisen der gleichen Legierung gleichzeitig von unten und von oben eingegossen.



Kl. 18 a, Gr. 3, Nr. 717 498, vom 16. April 1939; ausgegeben am 16. Februar 1942. Röchlingsche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., in Völklingen a. d. Saar. (Erfinder: Dr. Hermann Röchling in Völklingen a. d. Saar und Dr. Otto Johannsen in Lübeck-Travemünde.) *Verfahren und Vorrichtung zum Verhütten von Eisenerzen.*

Eisenerze, besonders arme Eisenerze, werden auf 50 mm Stückgröße oder noch weitgehender zerkleinert und dann entweder in zerkleinertem Zustand oder in Gestalt von Ziegeln oder Sintergut von gleicher Stückgröße in einem niedrigen Schacht-ofen mit länglichem Querschnitt aufgegeben und unter Führung einer sauren oder halbsauren Schlacke auf Roheisen verarbeitet. Hierbei wird als Brennstoff Kleinkoks angewendet, dessen größte Stückgröße nicht mehr als das Doppelte der größten Stückgröße des Erzes beträgt. Als Ofen kann ein Hochofen dienen, dessen Gestellbreite nicht über 3 m beträgt und dessen nutzbare Höhe das Vier- bis Sechsfache der Gestellbreite nicht übersteigt, wobei die Windformen so angeordnet sind, daß die von den einzelnen Düsen bestrichenen Teilflächen des Gestellquerschnittes gleich sind.

Wirtschaftliche Rundschau.

Reichsvereinigung Eisen.

Der Reichswirtschaftsminister hat die folgende Anordnung über die Errichtung der „Reichsvereinigung Eisen“ vom 29. Mai 1942 erlassen, die im Reichsanzeiger vom 1. Juni 1942 veröffentlicht worden ist und mit dem Tage der Verkündung in Kraft trat.

Anordnung über die Reichsvereinigung Eisen.

Auf Grund des Gesetzes über Errichtung von Zwangskartellen vom 15. Juli 1933 (Reichsgesetzblatt I, S. 488) und der Verordnung über Gemeinschaftswerke in der gewerblichen Wirtschaft vom 4. September 1939 (Reichsgesetzblatt I, S. 1621) wird mit Datum vom 29. Mai 1942 angeordnet:

§ 1.

1. Es wird eine „Reichsvereinigung Eisen“ mit dem Sitz in Berlin errichtet.

2. Die Reichsvereinigung Eisen ist rechtsfähig. Sie untersteht der Aufsicht des Reichswirtschaftsministers.

3. Ihre Rechtsverhältnisse und die Rechtsverhältnisse ihrer Mitglieder, ihre Aufgaben, ihre Organe und deren Befugnisse bestimmen sich nach dieser Anordnung und der Satzung der Reichsvereinigung Eisen, die Bestandteil dieser Anordnung ist und nur mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers geändert werden kann.

4. Die Reichsvereinigung Eisen kann mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers marktregelnde Untergliederungen bilden und bestehende marktregelnde Zusammenschlüsse auflösen.

§ 2.

1. Der Reichsvereinigung Eisen gehören alle Unternehmungen und Betriebe an, die

1. Eisenerz fördern,
2. Eisen und Stahl erzeugen und verwalzen,
3. Eisenerze, sonstige eisenhaltige Rohstoffe, Schrott, Ferrolegierungen, Eisen und Stahl verkaufen oder damit handeln sowie marktregelnde Zusammenschlüsse der unter Ziffer 1 bis 3 genannten Unternehmungen und Betriebe einschließlich ihrer Organgesellschaften.

2. Unter Unternehmungen und Betrieben, die Eisen und Stahl erzeugen und verwalzen, sind im Sinne dieser Anordnung die Hochöfen, Stahl- und Walzwerke einschließlich ihrer Hilfs- und Nebenbetriebe zu verstehen.

3. Ueber die Zugehörigkeit zur Reichsvereinigung Eisen entscheidet in Zweifelsfällen der Reichswirtschaftsminister. Er kann im Verwaltungswege abweichende oder ergänzende Regelungen treffen.

§ 3.

Für die Durchführung ihrer Aufgaben stellt die Reichsvereinigung Eisen Richtlinien auf, die der Genehmigung des Reichswirtschaftsministers bedürfen.

§ 4.

Die Mitglieder sind an die Weisungen der Reichsvereinigung Eisen gebunden.

§ 5.

Diese Anordnung tritt mit der Verkündung in Kraft.

Satzung der Reichsvereinigung Eisen.

§ 1.

1. Die Reichsvereinigung Eisen ist der Zusammenschluß aller Unternehmungen und Betriebe, die Eisenerz fördern, Eisen und Stahl erzeugen und verwalzen, Eisenerz, sonstige eisenhaltige Rohstoffe, Schrott, Ferrolegierungen, Eisen und Stahl verkaufen oder damit handeln, sowie ihrer marktregelnden Verbände. Sie hat die der Eisenwirtschaft gestellten Aufgaben in eigener Initiative und Verantwortung zu erfüllen.

2. In allen industriellen Angelegenheiten von gesamtwirtschaftlicher Bedeutung ist die Reichsvereinigung Eisen gehalten, nach den Richtlinien der Reichsgruppe Industrie vorzugehen und ihr auch in allen wichtigen Fachfragen Auskunft zu geben.

§ 2.

Aufgaben.

1. Die Reichsvereinigung Eisen hat als wichtigste Aufgabe die Leistungssteigerung und Rationalisierung der Erzeugung und des Absatzes. Sie wird auf allen Gebieten, welche die Eisenwirtschaft Großdeutschlands und seiner Einflußgebiete berühren, insbesondere auf folgenden tätig sein:

1. Aufstellung der Förderungs-, Rohstoffversorgungs-, Erzeugungs-, Ein- und Ausführpläne sowie Ueberwachung ihrer Durchführung;
2. Förderung und Einführung technischer Verfahren;

3. Planung und Zuteilung von Roh- und Hilfsstoffen, Brennstoffen und Schrott, ohne Rücksicht auf bestehende Verteilungsschlüssel, namentlich auf Hüttenzechenvorrechte;

4. Verkehrsplanung für Roh- und Hilfsstoffe, Brennstoffe, Schrott und Walzeisen;

5. Regelung des Marktes der Erzeugnisse ihrer Mitglieder und Abschluß marktregelnder Vereinbarungen;

6. Preisfragen;

7. Interessenausgleich zwischen den Mitgliedern;

8. Ueberwachung und Sicherung der die Eisenbewirtschaftung betreffenden Maßnahmen, insbesondere der Statistik und dergleichen;

9. Vereinfachung der verbandsmäßigen Verhältnisse.

Die Reichsvereinigung Eisen trifft ihre Maßnahmen mit verpflichtender Wirkung für ihre Mitglieder. Der Reichswirtschaftsminister kann Maßnahmen der Reichsvereinigung Eisen abändern und aufheben sowie der Reichsvereinigung Eisen Auflagen über zu treffende Maßnahmen machen.

2. Im Zuge der Rationalisierung kann die Reichsvereinigung Eisen mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers Mitgliedsbetrieben eine Bestätigung vorübergehend oder für die Dauer ganz oder teilweise untersagen oder andere Maßnahmen treffen.

Die Reichsvereinigung Eisen kann gegebenenfalls für solche Stilllegungen eine Entschädigung zu Lasten der Mitglieder gewähren.

§ 3.

Organe.

Die Organe der Reichsvereinigung Eisen sind:

1. der Vorsitzende und zwei Stellvertreter;
2. das Präsidium;
3. der Verwaltungsrat;
4. die Geschäftsführung.

Die Zusammensetzung des Verwaltungsrats hat dem wirtschaftlichen, fachlichen und gebietlichen Gefüge der Reichsvereinigung Eisen zu entsprechen.

§ 4.

Der Vorsitzende.

1. Der Vorsitzende der Reichsvereinigung Eisen und seine beiden Stellvertreter werden aus dem Kreise der Mitglieder der Reichsvereinigung Eisen nach Anhörung der beteiligten Wirtschaftskreise vom Reichswirtschaftsminister bestellt und abberufen. Ihre Amtsdauer beträgt zwei Jahre. Der Vorsitzende und seine Stellvertreter wechseln in der Regel nach Ablauf der Amtsperiode. Der Reichswirtschaftsminister kann Ausnahmen von dieser Regelung zulassen.

2. Der Vorsitzende ist dem Reichswirtschaftsminister für die Erfüllung der Aufgaben der Reichsvereinigung Eisen verantwortlich und trifft sämtliche hierzu erforderlichen Maßnahmen. Er gibt die Anweisungen für die Geschäftsführung.

3. Der Vorsitzende kann einzelne seiner Befugnisse auf Mitglieder des Präsidiums, des Verwaltungsrats oder der Geschäftsführung übertragen.

4. Der Vorsitzende vertritt die Reichsvereinigung Eisen gerichtlich und außergerichtlich. Er kann im Einzelfall seinen Stellvertreter oder Mitglieder des Verwaltungsrats oder der Geschäftsführung mit der Vertretung beauftragen.

5. Der Vorsitzende kann Ausschüsse mit besonderen Aufgaben betrauen.

§ 5.

Das Präsidium.

1. Das Präsidium besteht aus dem Vorsitzenden, seinen Stellvertretern und bis zu acht Mitgliedern. Die Mitglieder werden vom Vorsitzenden aus dem Kreise der Mitglieder des Verwaltungsrats bestellt und abberufen.

2. Das Präsidium wird vom Vorsitzenden nach Bedarf mit angemessener Frist einberufen. Die Einberufung muß erfolgen, wenn zwei Mitglieder des Präsidiums oder ein Stellvertreter des Vorsitzenden es verlangen. Ist bei Meinungsverschiedenheiten innerhalb des Präsidiums keine Uebereinstimmung zu erzielen, so entscheidet der Vorsitzende nach eigenem Ermessen unter Vorlage eines Protokolls an den Reichswirtschaftsminister.

3. Das Präsidium ist von dem Vorsitzenden in allen wichtigen Angelegenheiten der Reichsvereinigung Eisen zu hören. Ueber die Sitzung des Präsidiums ist eine Niederschrift aufzunehmen, die der Vorsitzende unterzeichnet. Die Stellungnahme der Mitglieder des Präsidiums ist auf Wunsch zu Protokoll zu nehmen.

§ 6.

Der Verwaltungsrat.

1. Der Verwaltungsrat besteht aus dem Vorsitzenden, seinen Stellvertretern und bis zu 36 Mitgliedern.
2. Die Mitglieder des Verwaltungsrats werden vom Vorsitzenden vorgeschlagen und vom Reichswirtschaftsminister berufen.
3. Die Amtsdauer der Mitglieder des Verwaltungsrats beträgt zwei Jahre. Die Wiederbestellung ist zulässig.

§ 7.

Pflichten und Rechte des Verwaltungsrats.

1. Der Verwaltungsrat beschließt über:
 1. Festlegung von Beiträgen und Umlagen,
 2. Genehmigung der Jahresrechnung der Geschäftsführung,
 3. Entlastung des Vorsitzenden, seiner Stellvertreter, des Präsidiums und der Geschäftsführung.
2. Die Beschlüsse gemäß Absatz 1 werden mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt. Jedes Mitglied hat eine Stimme. Bei Stimmgleichheit entscheidet der Vorsitzende.
3. Der Verwaltungsrat ist ohne Rücksicht auf die Zahl der Erschienenen beschlußfähig.
4. Der Verwaltungsrat wird vom Vorsitzenden nach Bedarf mit angemessener Frist einberufen. Die Einberufung muß erfolgen, wenn ein Drittel der Mitglieder des Verwaltungsrats, ein Stellvertreter des Vorsitzenden oder drei Mitglieder des Präsidiums es verlangen.
5. Ueber die Beschlüsse des Verwaltungsrats ist eine Niederschrift aufzunehmen, die der Vorsitzende unterzeichnet.
6. Die Stellungnahme der Mitglieder des Verwaltungsrats ist auf Wunsch zu Protokoll zu nehmen.

§ 8.

Die Geschäftsführung.

1. Die Geschäftsführung besteht aus zwei oder mehr Geschäftsführern. Die Geschäftsführer werden vom Vorsitzenden mit Zustimmung des Reichswirtschaftsministers angestellt und abberufen.
2. Die Geschäftsführer sind dem Vorsitzenden unterstellt und führen die Geschäfte nach den von ihm gegebenen Anweisungen.

§ 9.

Pflichten der Mitglieder.

Die Mitglieder sind verpflichtet, die von der Reichsvereinigung Eisen getroffenen Regelungen und gegebenen Weisungen zu befolgen. Sie haben der Reichsvereinigung Eisen alle zur Erfüllung ihrer Aufgaben notwendigen Angaben zu machen. Die Mitglieder haben sich allen zur Prüfung notwendigen Kontrollen der Reichsvereinigung Eisen zu unterwerfen, insbesondere jederzeit Einsicht in ihre Geschäftsbücher, sonstigen Unterlagen und Betriebseinrichtungen zu gestatten.

Auf Anordnung des Vorsitzenden hat ein unmittelbarer Austausch von Erfahrungen zwischen einzelnen Mitgliedern stattzufinden.

Auf Anordnung des Vorsitzenden haben die Mitglieder einzelne Angestellte für bestimmte Zeiträume zur Erfüllung besonderer Aufträge des Vorsitzenden zu beurlauben.

§ 10.

Beiträge und Umlagen.

Die Kosten der Reichsvereinigung Eisen und ihre sonst erforderlichen Aufwendungen zur Erfüllung ihrer Aufgaben werden auf die Mitglieder oder ihre marktregelnden Zusammenschlüsse umgelegt. Die Verteilung erfolgt nach einem von der Geschäftsführung vorzuschlagenden und vom Verwaltungsrat zu genehmigenden Schlüssel.

§ 11.

Geschäftsjahr.

Das Geschäftsjahr der Reichsvereinigung Eisen ist das Kalenderjahr.

§ 12.

Vertragsstrafe.

1. Jedes Mitglied der Reichsvereinigung Eisen hat für Zuwiderhandlung gegen die Vorschriften dieser Satzung und die auf Grund dieser Satzung von der Reichsvereinigung Eisen getroffenen Regelungen oder gegebenen Weisungen unbeschadet der Ahndung durch Gerichte oder andere staatliche Stellen eine Vertragsstrafe zu entrichten.

2. Die Höhe der Vertragsstrafe ist unbegrenzt. Sie wird durch den Vorsitzenden nach Anhören des Präsidiums unter Berücksichtigung der durch die Zuwiderhandlung herbeigeführten Störung oder Gefährdung der Eisenwirtschaft festgesetzt und dem Mitglied durch eingeschriebenen Brief unter Angabe der Gründe mitgeteilt.

3. Gegen die Festsetzung einer Vertragsstrafe kann das Mitglied innerhalb einer Frist von vier Wochen unter Ausschluß des Rechtsweges Klage beim Schiedsgericht erheben. Im Falle der Nichtbezahlung der Vertragsstrafe ist die Reichsvereinigung

Eisen gleichfalls zur Erhebung der Klage vor dem Schiedsgericht berechtigt.

4. Die eingehenden Strafgebühren sollen für Forschungszwecke verwendet werden.

§ 13.

Schiedsgericht.

1. Das Schiedsgericht besteht aus drei Schiedsrichtern. Hiervon ernennt der Vorsitzende der Reichsvereinigung Eisen und das betroffene Mitglied je einen Schiedsrichter. Letztere benennen den Obmann. Können sie sich über die Benennung des Obmannes nicht innerhalb von vier Wochen einigen, so wird der Obmann vom Reichswirtschaftsminister ernannt.

2. Soweit nach den Vorschriften der Zivilprozeßordnung die ordentlichen Gerichte zur Mitwirkung in Schieds- oder Vollstreckungsverfahren berufen sind, soll das Amts- oder Landgericht Berlin zuständig sein.

3. Das Schiedsgericht entscheidet nach billigem Ermessen, wem die Kosten des Verfahrens aufzuerlegen sind.

§ 14.

Schweigepflicht.

Die Organe der Reichsvereinigung Eisen sind verpflichtet, über die Einrichtungen und Betriebsverhältnisse, die ihnen in Ausübung ihrer Befugnisse zur Kenntnis kommen, Verschwiegenheit zu beachten und sich der Verwertung der Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse zu enthalten. Als Beauftragte dürfen nur Angestellte der Reichsvereinigung Eisen oder öffentlich bestellte Wirtschaftsprüfer herangezogen werden.

§ 15.

Schuldenhaftung.

Für die Verbindlichkeiten der Reichsvereinigung Eisen haftet das Vermögen der Reichsvereinigung Eisen. Soweit die Gläubiger daraus nicht befriedigt werden können, muß der Fehlbetrag durch Umlagen aufgebracht werden, die vom Verwaltungsrat festgesetzt werden. Ausgeschiedene Mitglieder haften für die bis zu ihrem Ausscheiden umgelegten Beträge. Die Haftung der Mitglieder erstreckt sich nicht auf diejenigen ihrer Betriebe, die nicht im § 2 der Anordnung über die Reichsvereinigung Eisen vom 29. Mai 1942 erfaßt werden.

§ 16.

Ueber Änderungen der Satzung entscheidet der Verwaltungsrat. Die Satzungsänderungen werden mit der Genehmigung durch den Reichswirtschaftsminister wirksam.

Berlin, den 29. Mai 1942.

Der Reichswirtschaftsminister: Walther Funk.

* * *

Auf Vorschlag des Reichswirtschaftsministers hat Reichsmarschall Hermann Göring zum Vorsitzenden der Reichsvereinigung Eisen Kommerzienrat Dr. h. c. Hermann Röchling, Völklingen (Saar) berufen. Vom Reichswirtschaftsminister wurden Direktor Dipl.-Ing. Alfred von Bohlen und Halbach, Essen (Fried. Krupp A.-G.) und Dr.-Ing. Walter Rohland, Düsseldorf (Vereinigte Stahlwerke A.-G.), zu stellvertretenden Vorsitzenden bestimmt.

Zweck der Reichsvereinigung Eisen ist, die gesamte Eisenwirtschaft des Reiches und des vom Reich beherrschten Wirtschaftsraumes im Rahmen der Selbstverwaltung als schlagkräftiges Instrument der staatlichen Wirtschaftslenkung weiter zu entwickeln und eine Leistungssteigerung bei gebotener Vereinfachung sowohl der betrieblichen als auch der verbandsmäßigen Vertragsverhältnisse innerhalb der Eisenwirtschaft herbeizuführen. Damit übernimmt die Reichsvereinigung Eisen als höchstes marktregelndes Organ der Eisenwirtschaft im Rahmen der ihr zugewiesenen Befugnisse weitgehende Aufgaben, die bisher von der Reichsstelle für Eisen und Stahl und der Organisation der gewerblichen Wirtschaft wahrgenommen wurden.

Die erwünschte Leistungssteigerung setzt eine möglichst straffe Zusammenfassung aller beteiligten Stellen voraus. Deshalb hat der Reichswirtschaftsminister Kommerzienrat Dr. Röchling gleichzeitig zum Leiter der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie ernannt. Dem bisherigen Leiter, Generaldirektor Dr. E. Poensgen, hat er seinen aufrichtigen Dank und seine besondere Anerkennung für die in vielen Jahren bewährte Führung dieser Gruppe und die besonderen Verdienste ausgesprochen, die er sich damit um den ihm anvertrauten Wirtschaftszweig und darüber hinaus um die gesamte deutsche Wirtschaft erworben habe. Mit diesem Dank hat er die Bitte verbunden, daß Herr Poensgen seine großen Kenntnisse und reichen Erfahrungen der staatlichen Wirtschaftsführung und der Organisation der Wirtschaft weiter zur Verfügung stelle, insbesondere auch im Rahmen des Präsidiums der Reichsvereinigung Eisen, in das seine Berufung erfolgen werde.

Die Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie behält die Aufgabe der Betreuung und Beratung ihrer Mitglieder in allgemeinen wirtschaftspolitischen Fragen. Die Abgrenzung der Zuständigkeiten in den einzelnen Sektoren werden noch durch in Kürze zu erwartende Bestimmungen getroffen werden. Es steht zu erwarten, daß überflüssige Verbände aufgelöst werden bzw. nach Möglichkeit zusammengelegt oder aber in die Reichsvereinigung eingegliedert werden. Bei der Reichsstelle für Eisen und Stahl verbleiben namentlich die Durchführung der Eisenkontingentierung, der Erlaß der entsprechenden Anordnungen und die Zuteilung der Devisenbescheinigungen.

Herstellung und Kennzeichnung von Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl. — Nach Anordnung E 31 des Reichsbeauftragten für Eisen und Stahl (Reichsanzeiger Nr. 120 vom 26. Mai 1942) darf Schnellarbeitsstahl nur noch zur Herstellung spanabhebender Werkzeuge verwendet werden. Für andere Zwecke, z. B. zur Herstellung von Werkzeugen zur spanlosen Formung, von verschleißfesten oder warmfesten Teilen ist die Verwendung von Schnellarbeitsstahl verboten. Werkzeuge für spanabhebende Formung dürfen nur dann aus Schnellarbeitsstahl hergestellt werden, wenn sie für den gleichen Verwendungszweck bereits vor dem 1. November 1939 aus Schnellarbeitsstahl hergestellt wurden, soweit nicht etwas anderes bestimmt ist. Die Herstellung von mit Hartmetall oder Hartlegierungen bestückten Werkzeugen aus Schnellarbeitsstahl ist verboten. Ausgenommen sind Schaftwerkzeuge mit einem Schaftdurchmesser unter 13 mm, soweit bei schwierigen Zerspanungsverhältnissen auf Grund eingehender technischer Prüfung die Anwendung von Schnellstahl unbedingt erforderlich ist. Des weiteren dürfen bestimmte Werkzeuge aus Schnellarbeitsstahl nicht aus dem Vollen hergestellt werden; für den

Grundkörper oder Schaft ist einfacher Stahl zu verwenden. Die aus dem Vollen gefertigten Werkzeuge sind je nach ihrem Legierungsgehalt an Kobalt, Vanadin usw. mit Co, Va usw. zu kennzeichnen, um ihre Schrotqualität später mühelos feststellen zu können.

Spaniens Roheisen- und Flußstahlerzeugung im ersten Vierteljahr 1942.

Gesamtspanien	Roheisenerzeugung			Flußstahlerzeugung		
	1942 t	1941 t	1940 t	1942 t	1941 t	1940 t
Januar	43 843	38 013	46 183	55 764	56 764	64 043
Februar	36 498	33 963	41 413	44 217	54 733	61 335
März	54 663	42 049	49 890	54 520	56 448	64 772
Insgesamt	135 004	114 025	137 486	154 501	167 945	190 150
Bezirk von Biskaya						
Januar	26 540	27 048	31 714	31 902	33 060	39 588
Februar	19 949	22 983	29 090	23 214	26 619	38 397
März	26 749	23 277	36 789	32 242	34 259	42 758
Insgesamt	73 238	73 308	97 593	87 358	93 938	120 743

Wie die vorstehenden Zahlen erkennen lassen, hat sich die spanische Roheisen- und Flußstahlerzeugung im März 1942 von dem Rückschlag im Februar völlig erholt. Die im März für Gesamtspanien erzielten Ergebnisse haben die Monatsdurchschnitte der Jahre 1940 und 1941 mindestens erreicht, teilweise überschritten. Im ersten Vierteljahr 1942 entsprach die Roheisenerzeugung ungefähr derjenigen des ersten Vierteljahrs 1940, während die Flußstahlerzeugung stark zurückblieb. Im Bezirk von Biskaya war die Entwicklung weniger günstig. Das Ergebnis des Monats März 1942 hat die Monatsdurchschnitte von 1940 und 1941 nicht erreicht, und ebenso bleiben die Zahlen des ersten Vierteljahres 1942 hinter denen der Vergleichszeit 1940 sowohl bei Roheisen als auch bei Flußstahl erheblich zurück.

Die gegenwärtige Versorgung der Vereinigten Staaten von Amerika mit Manganerz.

Trotz allen Bemühungen bleibt die amerikanische Manganerzförderung auf einem ungemein niedrigen Stand; sie betrug nach den Feststellungen des American Iron and Steel Institute im ersten Vierteljahr 1942 nur 15 583 t. Die American Manganese Ore Producers Association kommt zwar auf 19 300 t, doch dürfte diese Angabe „frisiert“ sein. Aber auch dann ist die Förderung, gemessen am Verbrauch, verschwindend gering.

Die Metals Reserve Co., deren großangelegter Plan der Riesen-Vorratsbildung an Manganerzen niemals in die Wirklichkeit umgesetzt wurde, gab auch in den ersten vier Monaten dieses Jahres dauernd aus ihren Vorräten ab. Insgesamt wurden rd. 71 000 t abgestoßen. Die Bestände waren Ende April auf ein „besorgniserregendes Maß“ zusammengeschrumpft.

Die Vereinigten Staaten haben in den letzten Monaten zwei der wichtigsten Lieferanten verloren: die Philippinen und Indien. Nachdem 1940 schon Rußland ausgefallen war, wurde die amerikanische Industrie weitestgehend auf Philippinen- und Indiererz umgestellt. Im Jahre 1941 bezogen die Vereinigten Staaten aus diesen beiden Gebieten insgesamt rd. 1 508 000 t mit einem Durchschnittsgehalt von 50,3 % Mn. Ferner wurden aus Rußland bezogen 196 300 t mit einem Durchschnittsgehalt von 51,7 %. Die Einfuhr aus Rußland hörte im Herbst 1941, aus den Philippinen im Dezember 1941 und aus Indien im März 1942 auf. Die Manganerzverladungen Indiens erfolgten zu fast 95 % über Kalkutta/Vizagapatam, sind aber eingestellt worden, seitdem sich die japanische Flotte im Golf von Bengalen gezeigt hat. Eine Umstellung auf Bombay ist im Gange, doch kommen infolge Wagenmangels nur geringe Mengen in Frage. Im April 1942 ist nichts nach den Vereinigten Staaten aus Indien verladen worden. Inwieweit die Verladungen aushilfsweise über Bombay (das keine neuzeitlichen Umschlagseinrichtungen hat) vorgenommen werden können, wird die Zukunft lehren.

Untersuchen wir einmal die anderen Liefergebiete. Zuerst Ägypten: Die amerikanischen Dampfer mit Kriegsgerät nehmen Sinai-Manganerz zurück, das im Durchschnitt 48,6 % Mn hat. Für das Jahr 1942 wurden Verträge auf Lieferung von insgesamt 107 000 t geschlossen, etwa doppelt soviel wie 1941.

Kuba lieferte bis Herbst 1941 80 bis 85 % seiner Förderung mit durchschnittlich 51 % Mn nach den Vereinigten Staaten. Dann erfolgte aber eine Umstellung. Heute nimmt England rd. 90 % und Kanada den Rest ab; die Vereinigten Staaten erhalten so gut wie nichts. Diese Vereinbarung wurde getroffen, um im Sinne der englisch-amerikanischen Rüstungsbesprechungen die Versorgung Englands, die durch Schiffsraumangel behindert war, sicherzustellen. Die Lieferungen aus Kuba wurden auf die verhältnismäßig sichere Atlantik-Geleitzugstrecke umgestellt und gingen auf dem kurzen Weg nach England. Dafür übernahm Amerika einen größeren Anteil aus Indien und Ägypten. Jetzt soll die amerikanische Stahlindustrie ge-

bieterisch darauf drängen, daß die Kuba-Manganerze wieder nach den Vereinigten Staaten gehen. Das Produktionsministerium hat sich dafür eingesetzt, die britische Botschaft in Washington hat Einspruch dagegen erhoben und auf eine Krise in England hingedeutet, falls Amerika auf seinem Verlangen bestehen würde. Die Verhandlungen scheinen anzudauern. Einstweilen geht aber das Kubaerz weiter nach England und Kanada.

Die gesamte Abfuhr brasilianischen Manganerzes mit 46,5 % Mn wird vom Brasilianischen Lloyd oder geheuerten Neutralen (meist Norwegern) besorgt; Schiffe der Vereinigten Staaten waren nur ausnahmsweise eingesetzt. Seit der Versenkung einiger brasilischer Dampfer ist die Abfuhr bis auf weiteres so gut wie eingestellt worden. Im Februar sind nur rd. 4000 und im März etwa 5000 t nach den Vereinigten Staaten aus Häfen Brasiliens verladen worden, also jeweils eine einzige Dampferladung; davon wurde aber außerdem die Februarladung versenkt. Wann die Verladungen wieder aufgenommen werden, ist unbekannt.

Unter amerikanischem Druck mußte England eine Teillieferung aus Südafrika nach Amerika zugestehen. Diese Lieferung ist aber für 1942 nur auf etwa 30 000 t festgesetzt worden. Im übrigen ist die Förderung rückläufig. In Postmasburg mußten wegen Grubenholz mangels mehrere Stollen stillgelegt werden.

Aus Westafrika mußte England den Amerikanern Ende 1941 als Ersatz für die Manganerze aus Rußland und den Philippinen einen bedeutenden Anteil, vermutlich zwei Drittel der Verschiffungen, zugestehen; im April war Westafrika der bedeutendste Manganerzlieferer der Vereinigten Staaten. Gemessen freilich an den indischen, philippinischen und anderen Bezugsländern sind die Sierra Leone und Nigerien ein geringes Liefergebiet. Alles, was die Vereinigten Staaten an Erzdampfern haben, setzen sie in der Westafrikafahrt ein und lassen die Geleitzüge schützen.

Zieht man den Schluß daraus, so ergibt sich ein mehr als ungünstiges Bild der Versorgungslage der Vereinigten Staaten. Sofern keine wirklich durchgreifende Aenderung (besonders der Bezüge aus Indien) erzielt wird, so dürfte sich dies auf die Stahlerzeugung höchst ungünstig auswirken. Manganerz ist daher ein weit größeres Sorgenkind der Regierung als Zinn, Gummi und Seide.

Die Preise haben scharf angezogen. Kubanisches Erz mit 51 % Mn kostet 103 cts/sh t (907 kg) (Oktober 1941: 78 cts), brasilianisches Erz mit 46 bis 48 % Mn 89 bis 92 cts fob (69 cts cif im Oktober), indisches mit 49 bis 51 % Mn 102 cts fob Vizagapatam (ohne Verladegelegenheit). Infolgedessen stieg auch der Preis für Ferromangan gewaltig. Der offizielle Preis für 80prozentiges Ferromangan beträgt heute 145 \$ fob, tatsächlich wird aber zu 270 bis 300 \$ gehandelt.

Buchbesprechungen.

Damerow, E., Dr., unter Mitarbeit von Ing. **E. Amend**: **Grundlagen zur praktischen Federprüfung mit Berechnungsbeispielen.** (Mit 128 Abb.) Essen: Buchverlag W. Girardet 1941. (155 S.) 8°. 8 *R.M.*, geb. 8,60 *R.M.*

Eine Zusammenfassung über die Prüfung von Federn, die bekanntlich zu den wichtigen und hochbeanspruchten Teilen des Motoren- und Fahrzeugbaues gehören, ist zu begrüßen; denn neben der Federberechnung ist die mechanische Prüfung erforderlich, um die Gleichmäßigkeit der Federungseigenschaften zu überwachen sowie Aussagen über die praktische Bewährung zu ermöglichen. Das Buch ist in seinen Hauptabschnitten in die Prüfung von gewundenen und geraden Drehungsfedern sowie von Biegefedern (Blatt- und Tellerfedern, gewundene Biegefedern) gegliedert, wobei die übersichtliche Einordnung des umfangreichen Stoffes durch Einführung zahlreicher Unterabschnitte ermöglicht wird. Die Fragen Federwerkstoff und Festigkeitseigenschaften sowie die Prüfung der Federn auf Maßhaltigkeit und die Federberechnungen werden nur kurz ge-

streift. Mit Rücksicht auf den Zweck des Buches werden besonders eingehend neben den Geräten und zusätzlichen Hilfseinrichtungen für die Einzel- oder Reihenprüfung der verschiedenen Federformen unter ruhender, schlagartiger und wechselnder Beanspruchung die Art der Versuchsdurchführung und die hierbei auftretenden Fehlerquellen erörtert. Während in anderen neueren Darstellungen¹⁾ über Gestaltung, Berechnung und Dauerhaltbarkeit der Federn berichtet wird, füllt das vorliegende Buch eine bisher bestehende Lücke über das Prüfen und Messen von Federn aus; denn die Kenntnisse über die Grundlagen der mechanischen Prüfung von Federn sind sowohl für den Werkstoffprüfer als auch für den Konstrukteur besonders wertvoll.

Max Hempel.

¹⁾ Groß, Siegfried, und Ernst Lehr: Die Federn, ihre Gestaltung und Berechnung. Berlin 1938. — Zoegel von Mantuffel, Ralph: Dauerhaltbarkeit von Kraftfahrzeugfedern und Möglichkeiten zu ihrer Beeinflussung. Berlin 1941.

Vereinsnachrichten.

Arbeitstagung in Düsseldorf.

Im Rahmen der örtlichen Veranstaltungen hält der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. am Sonnabend, dem 20. Juni 1942, vormittags 10 Uhr, in Düsseldorf, Europa-Palast-Theater, Graf-Adolf-Straße 44, eine Arbeitstagung ab mit folgender

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Ziel und Wege der Eisenforschung. (Rückblick und Ausblick aus Anlaß des 25jährigen Bestehens des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung.) Berichterstatte: Professor Dr. F. Körber, Düsseldorf.
3. Der Film und seine Bedeutung für Forschung und Unterricht (mit Filmvorführung). Berichterstatte: Professor Dr. Chr. Caselmann, Reichsanstalt für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, Berlin.
4. Schlußwort.

Im Anschluß an die Vorträge ist etwa um 13.45 Uhr ein schlichtes Eintopfessen in der Städtischen Tonhalle, Düsseldorf, Schadowstraße, vorgesehen. Anmeldungen, die für das gemeinsame Mittagessen zwingend notwendig sind, bitten wir bis spätestens 12. Juni 1942 an die Geschäftsstelle zu richten.

Von unseren Hochschulen.

Unserem Mitgliede Direktor Dr.-Ing. Hugo Bansen, Rheinhausen, ist vom Rektor der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg ein Lehrauftrag für das Gebiet „Stoffwirtschaft“ erteilt worden.

Unser Mitglied Dr.-Ing. habil. Carl Schwarz, Berlin-Charlottenburg, ist vom Reichsminister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung zum Honorarprofessor in der Fakultät für Bergbau und Hüttenwesen an der Technischen Hochschule in Aachen ernannt worden.

Eisenhütte Südost,

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik, Leoben.

Samstag, den 27. Juni 1942, 16 Uhr, findet im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule in Leoben ein

Vortragsabend

statt. Oberingenieur Dipl.-Ing. Alfred Kropf, Gleiwitz, O.-S., spricht über Werkstoffprobleme in der oberschlesischen Eisen- und Stahlindustrie.

Ein Abendessen im Grandhotel in Leoben und anschließendes kameradschaftliches Beisammensein sind zwanglos vorgesehen.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Bernhardt, Friedrich, Generaldirektor, Berlin-Wilmersdorf, Zähringer Str. 17. 04 005

Därmann, Otto, Dipl.-Ing., Hüttendirektor, stellv. Vorstandsmitglied der Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G., Dort-

mund; Geschäftsanschrift: Werk Hörde, Dortmund-Hörde. Seydlitzstr. 37. 18 015

Feldmann, Werner, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Königsallee 138. 35 127

Fiedler, Erich, Ingenieur, Duisburg, Grabenstr. 69. 39 157

Gödecke, Willi, Dr. phil., Metallurge, Fa. O. Junker, Elektrofenbau, Lammersdorf über Aachen; Wohnung: Strohdach-siedlung. 37 127

Graef, Rudolf, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Eisen- u. Stahlwerke „Carlshütte“, Diedenhofen (Westm.); Wohnung: Metzger Straße 46 (Werkskasino). 29 060

Hellbrügge, Heinrich, Dr.-Ing., Hüttenverwaltung Westmark G. m. b. H. der Reichswerke „Hermann Göring“, Werk Hagendingen, Hagendingen (Westm.); Wohnung: Bergstr. 19. 38 256

Hesemann, Fritz, Direktor i. R., Ratibor (Oberschles.), Blumenstraße 3. 96 006

Kupka, Karl, Dipl.-Ing., Geschäftsführer der Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A.-G., Büro Kattowitz und Krakau; Wohnung: Kattowitz, Charlottenstr. 6. 21 069

Mircea, Ion, Dr.-Ing., Ploesti (Rumänien), Str. Rahovei 16. 41 300

Schenk, Hans, Ingenieur, I.-G. Kattowitz, Betriebsgruppe Königs- u. Laurahütte, Königshütte (Oberschles.); Wohnung: Jahnstr. 10. 37 388

Gestorben:

Starke, Friedrich, Direktor, Düsseldorf-Rath. * 15. 7. 1878, † 17. 5. 1942. 08 100

Neue Mitglieder.

Hoffmann, Arthur, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Eisengießerei Elin A.-G. für elektrische Industrie, Möllersdorf (b. Wien). 42 008

Ost, Friedrich, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Leveringstr. 7. 42 175

Resag, Franz, Ingenieur, Chefkonstrukteur, Siemens & Halske A.-G., Berlin-Siemensstadt; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 1, Osnabrücker Str. 8. 42 176

Verein deutscher Stahlformgießereien, Düsseldorf.

Der Verein deutscher Stahlformgießereien hat in diesem Jahre mit Rücksicht auf die Kriegsverhältnisse und die damit verbundenen Erschwernisse in den Reise- und Unterkunfts-möglichkeiten und auf die wiederholten regierungsseitigen Aufrufe von der Abhaltung einer ordentlichen Hauptversammlung unter Zustimmung aller Mitglieder Abstand genommen.

Die der Hauptversammlung obliegenden Geschäfte wurden auf schriftlichem Wege erledigt. Die Bilanz schließt mit 224 049,48 *R.M.* Die aus dem Vorstand turnusgemäß ausscheidenden Herren Koehl, Lueg, Menzel, Ostermann, Rathje und Weichert wurden einstimmig wiedergewählt. Neu in den Vorstand wurde Direktor E. Letixerant von der Firma Bochumer Verein gewählt. Die Werke Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Abt. Düsseldorf, vorm. Haniel & Lueg, und Ruhrstahl-A.-G., Stahlwerk Krieger, wurden einstimmig zu Rechnungsprüfern wiedergewählt. Die Mitgliederzahl ist auf 95 gestiegen.