

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

5. JUNI 1941

61. JAHRGANG

### Versuche mit dem Rohn-Niederfrequenzofen.

Von Alfred Niedenthal und Hanns Wentrup in Essen.

[Bericht Nr. 384 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

*(Bauart und Arbeitsweise des Ofens. Versuchsanlage. Versuche: Entschwefelungs- und Entphosphorungsversuche mit Roheisen, Frischversuche. Desoxydationsversuche auf saurem und auf basischem Futter. Verhalten des Ofenfutters. Energieverbrauch.)*

Im Jahre 1933 berichtete die Firma Heraeus, Hanau, in einer Festschrift<sup>1)</sup> über Versuche, die mit einem neuartigen mit Drehstrom gespeisten Niederfrequenz-Induktionsofen von W. Rohn durchgeführt worden waren. Dieser Ofen war gegenüber den bisher bekannten Niederfrequenz-Induktionsöfen durch einige besonders bemerkenswerte Eigenschaften gekennzeichnet. Sie bestanden:

1. in der Verwendung von Drehstrom mit Netzfrequenz gegenüber dem bisher üblichen Wechselstrom von möglichst niedriger Frequenz,
2. in der Verwendung eines tiegelförmigen Schmelzgefäßes gegenüber der Schmelzrinne der Frick- und Röchling-Rodenhauser-Öfen,
3. in einer eigenartigen Bewegung des Schmelzbades, die Schlacke und Stahl in besonderer Weise miteinander vermengte, und dadurch eine beschleunigte Durchführung von Reaktionen zwischen beiden sowie eine gute Aufwärmung der Schlacke gewährleisten sollte.

Der Ofen hatte in der Erstausführung 1,5 t Fassungsvermögen und war bei Heraeus mit einem Drehstromgenerator von 1800 kVA, 37 Perioden und 250 V (Phasenspannung) betrieben worden. Der Ofen, im Stern geschaltet, nahm dabei 340 kW in Vollast auf und benötigte 150 kW zum Warmhalten eines flüssigen Eisenbades bei 1600°, 250 kW bei 1850 bis 1900°. Der  $\cos \varphi$  wurde zu 0,14 bis 0,16 festgestellt.

Zu seinen metallurgischen Eigenschaften wurden in der Festschrift nur allgemeine Angaben darüber gemacht, daß in dem Ofen Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel aus Stahlschmelzen in sehr kurzer Zeit entfernt werden könnten und auch die Möglichkeit bestände, Ferrochrom und andere chromhaltige Legierungen in Wasserstoffatmosphäre zu entkohlen, ohne daß die fertigen Schmelzen Schädigungen durch gelösten Wasserstoff aufwiesen.

Eine zweite Veröffentlichung<sup>2)</sup> ergänzte die früheren Ausführungen über die hohen Frischgeschwindigkeiten, die

\* ) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Elektrostahlbetrieb am 7. Februar 1941 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Die Heraeus-Vacuumschmelze, Hanau a. M., 1923—1933. Hanau 1933.

<sup>2)</sup> Hessenbruch, W., und W. Rohn: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 77/82.

mit dem Ofen erzielt werden konnten, und enthielt Angaben über die Herstellung eines sehr weichen und reinen Eisens.

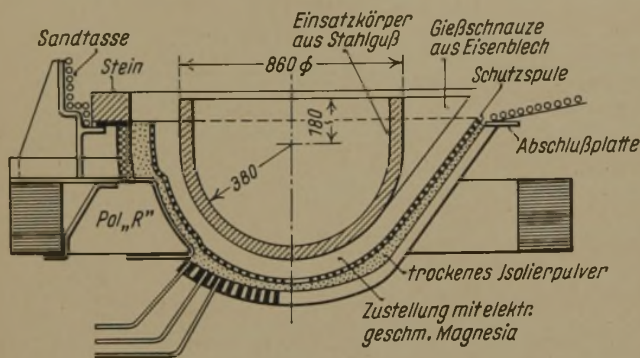
Ferner wurde mitgeteilt, daß auch Werkzeugstahl aus schwedischem Eisenschwamm in dem Ofen einwandfrei hergestellt werden konnte. Ebenso gelang es, einen nichtrostenden Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni, der unter Verwendung höhergeköhlten Ferrochroms mit 0,4 % C eingeschmolzen wurde, unter Wasserstoffatmosphäre auf 0,02 % C herunterzufrischen. Endlich wurde in der Veröffentlichung noch darauf hingewiesen, daß die Badbewegung nicht nur Stahl und Schlacke miteinander emulgiere, sondern bei gewisser Abschwächung während der Raffination auch die Abscheidung von Schlackeneinschlüssen begünstige, was besonders für die Entfernung hochschmelzender Oxyde, wie Chromoxyd und Aluminiumoxyd, wichtig sein kann. Durch Versuchsergebnisse wurde allerdings diese Behauptung nicht belegt. Neben diesen metallurgischen Besonderheiten sollte die Badbewegung noch den weiteren Vorteil bringen, daß die Schlacke im Gegensatz zum Hochfrequenzofen nicht zur Ofenwand hingetrieben wird und dort das Futter auswäscht, sondern gerade von der Ofenwand weitgehend ferngehalten wird.

Wenn es sich bei den zuvor erwähnten Versuchsergebnissen auch nur um Einzelergebnisse handelte, so waren sie doch bemerkenswert genug, um die Frage der Verwendbarkeit des Rohn-Ofens für die Herstellung von Stahl, besonders Edelstahl, näher zu erörtern und zu prüfen. Die Firma Fried. Krupp A.-G. entschloß sich daher, den 1,5-t-Versuchsofen der Firma Heraeus zu übernehmen und seine Brauchbarkeit trotz mancher baulicher Unvollkommenheiten einer planmäßigen Prüfung zu unterziehen. Der Ofen wurde zu Beginn des Jahres 1935 geliefert und war Anfang November 1935 betriebsfertig.

#### Ofenbauart.

Da die Bauart des Ofens in den beiden genannten Veröffentlichungen bereits näher besprochen ist, kann hier auf eine Erörterung verzichtet werden. Es sei nur erwähnt, daß bei der in Essen verwendeten ersten Bauart die Kühlrohre der Spulen außen angebracht waren, was im Hinblick auf mögliche Durchbrüche des Bades unzulässig erschien. Um diesen Mangel auszugleichen und die Vorteile einer Innenkühlung der Spulen auch bei dieser Bauart zu erhalten, hatte die Firma Heraeus im vorliegenden Fall noch eine

besondere Schutzspule eingebaut, die aus drei nebeneinanderliegenden Kupferrohren gewickelt war. Sie wurde in das Ofengefäß eingesetzt und gegen die stromführenden Spulen mit trockenem Sand isoliert. In diese Spule wurde das Ofenfutter mit einer Stahlguß- (oder Holz-) Schablone eingestampft (Bild 1). Wegen mancher Unzutraglichkeiten wurde allerdings im weiteren Verlauf der Versuche wieder auf die Schutzspule verzichtet.



Drehstromofen

Bild 1. Schnitt durch den Rohn-Ofen.

Ein baulicher Mangel waren ferner die zahlreichen Kühlleitungen und Anschlüsse, für die unterteilte Kühlung der Spulen, der Pole, der Kupferplatten für die Zwischenräume zwischen Spulen und Polen, die Stromzuführungen und anderes. Insgesamt betrug die Zahl der Kühlungen 54, die durch je eine Zu- und Ableitung aus Gummischlauch, also insgesamt 108 Schläuche, mit den seitlich angebrachten Wasserzu- und -abführungen verbunden waren. Außer diesen befanden sich am Ofen noch die Gummileitungen, die zwischen den Polen die Polkühlungen miteinander verbanden. Es konnten jedoch im Laufe der Zeit einige Kühlungen dadurch eingespart werden, daß die Zwischenstücke an den Polen und zwischen den Spulen durch Asbestplatten ersetzt wurden, die nicht gekühlt zu werden brauchten.

Erwähnt sei ferner, daß der Ofen außen noch zusätzlich gegen Schädigung durch Wärmestrahlung beim Abstich oder bei Durchbrüchen geschützt wurde, daß die starre Verbindung der Ofenspulen untereinander durch eine elastische ersetzt wurde, da bei stark wachsendem Magnesiafutter Mißstände auftraten, und daß auch die Isolierung der Spulen zweckmäßiger gestaltet wurde.

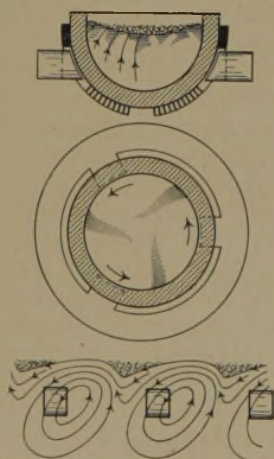


Bild 2. Rührbewegung im Rohn-Ofen.

Die besondere Arbeitsweise des Ofens beruht bekanntlich auf der eigenartigen Badbewegung, welche die induzierenden Kraftfelder hervorrufen. Diese Badbewegung besteht einmal in einer Umdrehung des Bades vor jedem Pol um die waagerechten magnetischen Achsen und außerdem in einer langsamen Drehung des Gesamtbades um eine senkrechte Achse. Die Badbewegung ist in Bild 2 schaubildlich wiedergegeben. Im Grundriß geben die vollen Kreise die Stellen an, an denen das Metall von unten nach

oben quillt, die leeren Kreise die Punkte, von denen das Metall wieder nach unten strömt. Die Drehbewegung des Gesamtbades um die senkrechte Achse beträgt etwa 20 bis 30 U/min. Die Bewegungen der Schmelze führen dazu, daß das Bad in der Mitte eine Art Trichter bildet und dort etwa 8 bis 12 cm tiefer als am Rande liegt. Aufgebrachte Schlacke befindet sich also vorwiegend in der Mitte des Bades. Um das Bad möglichst weitgehend abzudecken, sind daher verhältnismäßig große Schlackenmengen (5 bis 10 %) erforderlich. Infolge des Trichters, den das Bad bildet, wird in der Tat die Schlacke von der Zustellung fortgehalten; allerdings führt die Bewegung vor den Polen aber auch zu Teilströmungen von innen nach außen, die doch Schlacke an den Rand spülen.

Versuchsanlage.

Die Gesamtanordnung der Versuchsanlage, wie sie in Essen errichtet wurde, gibt Bild 3 wieder. Man erkennt den Umformer, den Schaltschrank, die Meßtafel, den Ofen mit dem zugehörigen in die Ofengrube eingebauten Trägergerüst, die Kippvorrichtung mit dem auf einer Traverse angebrachten Flaschenzug, die Wasserzu- und -abführung für die Kühlungen zu beiden Seiten des Ofens und einen Flaschenzug zur Bedienung der Ofentür auf der Einsatzseite. Die kleinere Ofentür auf der Ausgussseite wurde von Hand bedient. An

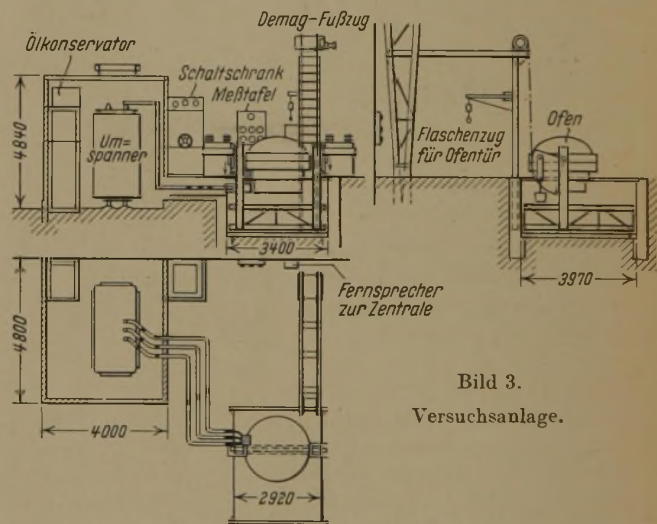


Bild 3. Versuchsanlage.

Stelle der größeren Ofentür von der Einsatzseite konnte ein Gas-Preßluft-Brenner eingesetzt werden, der es gestattete, den Ofen auf 1200 bis 1300° vorzuwärmen. Bevor er eingebaut wurde, wurde der Ofen vor Inbetriebnahme mit flüssigem Einsatz oder mit Koks und Preßluft heißgeblasen.

Für die Versuche in Essen wurde der Ofen in der in Bild 4 dargestellten Weise geschaltet. Von der Zentrale wurde Drehstrom von 4900 V geliefert, der in einem Umformer von 3600 kVA Nennleistung auf 380 bis 410 V Phasenspannung entsprechend 220 bis 240 V verkettete Spannung umgewandelt wurde. Insgesamt standen 2900 kVA zur Verfügung. Sie wurden jedoch nicht ausgenutzt, da ein Arbeiten mit höherer Spannung am Ofen im Hinblick auf die Ofenbauart nicht zulässig erschien. Der Kilowattverbrauch konnte am Schaltschrank abgelesen werden. Die drei Ofenspulen waren wieder zum Stern zusammengeschaltet. Hierbei wurden jedoch im Hinblick auf die günstigste Stromaufnahme von den insgesamt vorhandenen 12 Windungen jeder Spule nur 9 verwendet. An der Meßtafel konnten während des Betriebes Spannung, Stromstärke und Leistungsaufnahme jeder Spule beobachtet werden. Jede Spule führte höchstens 3,8 bis 4,0 kA. Die höchste verfügbare Leistung betrug dabei 360 kW.

Eine Regelung der Leistung war nur primärseitig durch Regelung der Generatoren möglich. Da das Bad zur Gießschneuze hin nicht mehr kugelförmig, sondern nach außen ausgebeult war, war die Belastung der Spulen nicht ganz gleichmäßig. Rückschlüsse aus der Veränderung der Leistungsaufnahme je Spule auf zunehmenden Futterverschleiß waren nur bei ungewöhnlich hohem Futterverschleiß möglich.

Von Maßnahmen zur Verbesserung des Leistungsfaktors, der von der Firma Heraeus für das Arbeiten mit 50 Hertz auf 0,42 geschätzt wurde, war bei der Versuchsanlage abgesehen worden.

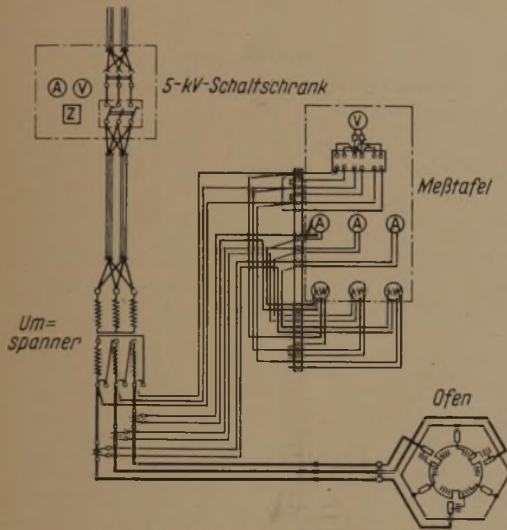


Bild 4. Schaltbild des Versuchsofens.

**Versuche.**

Um die Arbeitsweise des Ofens näher kennenzulernen, wurden folgende Versuche unternommen:

1. Versuche zur Entschwefelung und Entphosphorung von Roheisen.
2. Frischversuche.
3. Desoxydationsversuche im sauren Tiegel.
4. Desoxydationsversuche im basischen Tiegel.

**1. Entschwefelungs- und Entphosphorungsversuche mit Roheisen.**

Die Versuche sollten veranschaulichen, mit welcher Schnelligkeit Roheisen im Rohn-Ofen entschwefelt und entphosphort werden kann, d. h. ob Aussicht besteht, in dem Ofen ein übliches Roheisen in ein solches von „Schwedenreinheit“ umzuwandeln.

Zu dem Versuche (Versuch 7) wurden etwa 1350 kg eines im Kupolofen geschmolzenen Roheisens folgender Zusammensetzung:

C	Si	Mn	P	S
%	%	%	%	%
4,18	0,62	0,74	0,063	0,055

eingesetzt. Durch Koksreste, die im Ofen verblieben waren, stieg der Schwefelgehalt auf 0,06 %. Einzelheiten über den Schmelzverlauf sind aus Bild 5 zu entnehmen.

Beim Versuch wurde so verfahren, daß auf das Roheisen zunächst eine Entschwefelungsschlacke (Schlacke 1), dann drei Entphosphorungsschlacken (Schlacken 2 bis 4) aufgegeben wurden. Im Hinblick auf die niedrige Temperatur, bei der gearbeitet werden sollte, wurde für die Schlacken hauptsächlich Soda neben Kalk verwendet.

Die Schlacke 1 bestand aus 37,5 kg Soda, 12,5 kg Kalk (75 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 44 % Na<sub>2</sub>O und 25 % CaO), zusammen 50 kg = 3,7 % vom Einsatz. Der Kalkzusatz sollte dabei der

Abbindung gebildeter Kieselsäure dienen und durch seinen Ueberschuß die Schlacke so kalkreich wie möglich halten. Die Viskosität der Schlacke beeinflusste der überschüssige Kalk nicht, da er nicht als Pulver, sondern in Haselnußgröße aufgegeben wurde. Die Schlacke wirkte während 22 min auf das Roheisen ein. Dabei nahm der Schwefelgehalt von 0,060 % auf 0,016 %, d. h. um 0,044 % S oder 73 % ab. Gleichzeitig erniedrigte sich der Phosphorgehalt von 0,063 auf 0,041, d. h. um 0,022 % P oder 35 %. Der Mangangehalt verminderte sich von 0,74 auf 0,57 %. Der Siliziumgehalt fiel von 0,62 auf 0,27 %. Der Kohlenstoffgehalt stieg durch die im Ofen verbliebenen Reste des Vorwärmkokes etwas an. Die Schlacke nahm während der Reaktion 1,63 % S und 0,13 % P auf. Wie eine Nachrechnung ergibt, stimmen diese Gehalte nicht mit der Schwefel- und Phosphorabnahme des

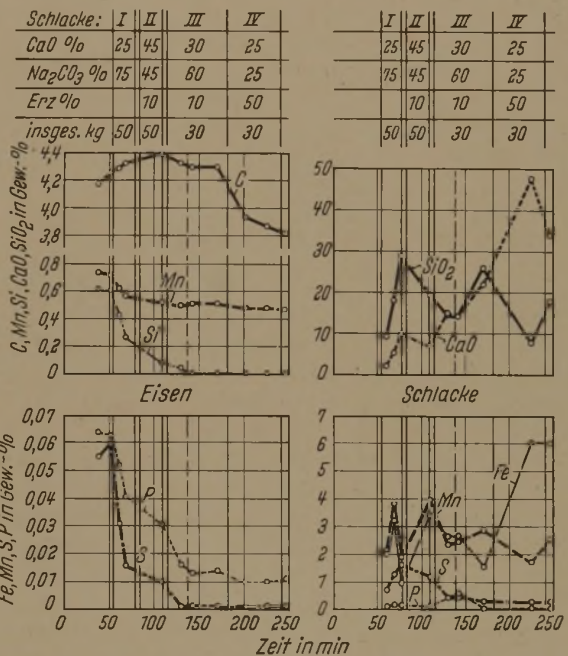


Bild 5. Entschwefelung und Entphosphorung von Roheisen.

Bades überein. Der Schwefelgehalt liegt höher, der Phosphorgehalt niedriger, als die Rechnung ergibt. Es ist dies ein Zeichen dafür, daß die Zusammensetzung der Schlacke offenbar ungleichmäßig war. Der zugegebene Kalk löste sich auch nicht vollständig, vielmehr nahm die Schlacke nur 9,8 % CaO auf. Ihr Kieselsäuregehalt stieg auf etwa 30 %. Das Verhältnis Na<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> muß danach etwa 1,8 betragen haben. Nach F. Körber und W. Oelsen<sup>3)</sup> wären hiermit bei 2,8 % Sodazugabe Schwefelgehalte unter 0,01 % zu erwarten gewesen. Immerhin ist eine Schwefelerniedrigung auf etwa 73 % des theoretisch erreichbaren Wertes doch bemerkenswert.

Die Schlacke 2 bestand aus 22,5 kg Kalk (45 %), 22,5 kg Soda (45 % = 26,3 % Na<sub>2</sub>O), 5 kg Erz (10 %). Der Sodazusatz betrug also 1,67 % bezogen auf den Einsatz. Die Schlacke wirkte 26 min auf das Roheisen ein. Während dieser Zeit nahm der Schwefelgehalt von 0,016 auf 0,010, d. h. um weitere 0,006 % oder 37,5 % bzw. 10 % bezogen auf den Ausgangsgehalt ab. Der Phosphorgehalt erniedrigte sich von 0,041 auf 0,034, d. h. um nur 0,01 oder 25 % bzw. 16 %, bezogen auf den Ausgangsgehalt des Roheisens. Der Grund für diese geringe Phosphorabnahme liegt wohl darin, daß der Siliziumgehalt noch nicht genügend weit gesunken war. Er

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 905/14 u. 943/49.

ging von 0,27 nur auf 0,09 % zurück, die Oxydation des Phosphors konnte also dadurch noch beeinträchtigt werden. Der Mangangehalt änderte sich nur wenig, er fiel um 0,05 auf 0,52 %. Der Kalk wurde nur teilweise aufgelöst. Die durchgeschmolzenen Anteile der Schlacke zeigten nur 7,1 % CaO. Im ganzen war die Schlacke mit 20 % SiO<sub>2</sub> etwas basischer als die vorhergehende. Ihr Schwefelgehalt betrug 1,2 %, ihr Phosphorgehalt 0,11 %.

Bei der Schlacke 3 wurde der Anteil des Kalks auf 30 % erniedrigt, der Anteil der Soda auf 60 % (= 35 % Na<sub>2</sub>O) erhöht. Der Erzsatz betrug wieder 10 %. Die Gesamtschlackenmenge war auf 30 kg (2,2 %) erniedrigt, um eine stärkere Berührung der Schlacke mit dem Ofenfutter zu verhindern. Die Schlacke wirkte in ihrer Gesamtmenge 21 min und mit einer Restmenge noch weitere 44 min auf das Roheisen ein. Der Schwefelgehalt des Bades war nach 12 min Einwirkungsdauer von 0,01 auf 0,001 % gesunken. Der Phosphorgehalt verminderte sich von 0,031 % auf 0,016 % nach 12 (d. i. 51 % oder 25,9 % bezogen auf das eingesetzte Roheisen) und 0,013 % (das sind 42 % oder 20 % bezogen auf das eingesetzte Roheisen) nach 19 min Reaktionszeit. Der Siliziumgehalt war während dieser Zeit unter 0,01 % gesunken. Der Mangangehalt blieb unverändert; der Kohlenstoff brannte unwesentlich ab.

Trotz der guten Entphosphorung betrug der Eisengehalt der Schlacke nur 2,6 %. Der zugegebene Kalk wurde auch diesmal nur unvollkommen aufgelöst; in der Schlacke fanden sich vor dem teilweisen Abziehen neben 15 % SiO<sub>2</sub> 14 bis 15 % CaO; die Phosphorgehalte der Schlacke waren 0,39 und 0,52 %, ihr Schwefelgehalt wurde zu 0,42 % bestimmt.

Die Schlacke 4, die aus 7,5 kg Kalk, 7,5 kg Soda, 15 kg Erz, insgesamt 30 kg, bestand, änderte den Schwefelgehalt nicht, den Phosphorgehalt nur wenig (Abnahme von 0,013 bis 0,014 auf 0,010 bis 0,011 %); infolge des höheren Erzsatzes stieg aber der Kohlenstoffabbrand auf 0,46 % (4,3 bis 3,84 %). Auch der Mangangehalt änderte sich nur wenig (0,05 %). Der Eisengehalt der Schlacke stieg bis zu 6,0 %. Für den Kalkgehalt gibt die Analyse 47,7 und 33,9 % an; es entspricht dies aber wahrscheinlich nicht dem Anteil an tatsächlich aufgeschmolzenem Kalk.

Abschließend ist zu dem Entschwefelungs- und Entphosphorungsversuch folgendes zu sagen: Die Entschwefelung konnte bereits durch die Schlacke 1 weitgehend gefördert werden. Der niedrigste Schwefelgehalt wurde jedoch erst erreicht, nachdem die Schlacke 3 aufgegeben war. Die Entphosphorung konnte erst nach Oxydation des Siliziums genügend weit getrieben werden. Nachdem die Schlacke 3 etwa 12 min eingewirkt hatte, betrug der Phosphorgehalt 0,016 %. Es scheint aber durchaus möglich, mit einer ersten Schlacke gleichzeitig weitgehend zu entschwefeln und den Siliziumgehalt so zu erniedrigen, daß mit einer zweiten Schlacke der Phosphor sofort auf den gewünschten Gehalt heruntergebracht werden kann. Bei Erhöhung der Schlackenmenge könnte sich sicher auch die Schwefel- und Phosphorentfernung schon in einem Arbeitsgange erreichen lassen.

Das Ofenfutter zeigte nach dem Versuch keinerlei Anfrassungen; nur stellenweise hatten sich in der Schlackenzone Schlackenreste angesetzt.

## 2. Frischversuche.

Um festzustellen, welche höchsten Frischgeschwindigkeiten in dem Rohn-Ofen erreicht werden können, wurden drei Versuche durchgeführt. Bei einem von ihnen (Versuch 1) war das Futter sauer aus Klebsand, bei den beiden anderen (Versuche 6 und 11) war es basisch aus einem

Gemisch von Magnesia und Zirkonoxyd (siehe weiter unten) hergestellt. Geerzt wurde bei den Versuchen jedesmal so stark, wie Temperatur und Gasentwicklung es zuließen.

Versuch 1. Nachdem das flüssig eingesetzte Roheisen (1,2 t), das zunächst infolge einer Störung etwas abkühlte, auf eine Temperatur von 1300 bis 1350° (unberichtigt) erwärmt war, wurde mit der Erzzugabe begonnen (Bild 6).

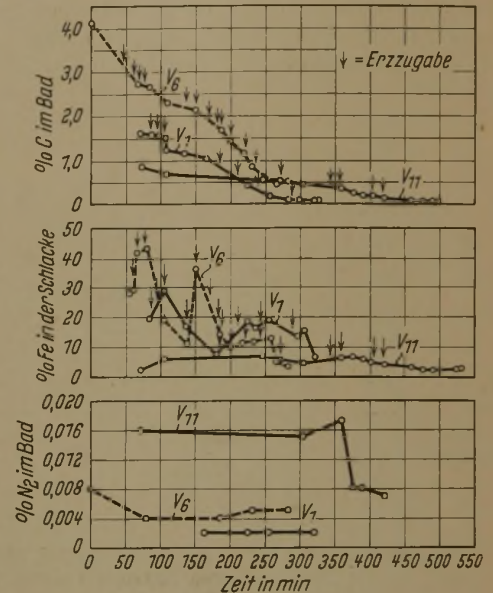


Bild 6. Entkohlungsversuche.

Bei der ersten Erzzugabe ( $3 \times 23 = 69$  kg) sank zunächst der Siliziumgehalt von 0,44 auf  $< 0,01$  %, der Mangangehalt von 0,40 auf 0,05 %; der Kohlenstoffgehalt, der zu Beginn des Erzens auf 1,6 % gesunken war, sank während der ersten 35 min nach der Erzzugabe um weitere 0,37 %. Danach reagierten die in der Schlacke gelösten Eisenoxyde mit der Stahlschmelze langsamer aus und senkten innerhalb weiterer 60 min den Kohlenstoffgehalt auf etwa 1 %. Schon bei der ersten Erzzugabe hatte sich eine Silikatschlacke gebildet, die aus dem Futter etwa 50 % SiO<sub>2</sub>, entsprechend ihrem höchsten Lösungsvermögen für Kieselsäure, herausgelöst hatte. Beim Ausreagieren der Schlacke stieg dieser Gehalt auf 70 % an. Die Schlacke war also an Kieselsäure übersättigt, trotzdem aber ziemlich flüssig. Nach der zweiten Erzzugabe ( $2 \times 23 = 46$  kg) ging die Entkohlung wieder schneller vor sich, der Kohlenstoff sank jetzt innerhalb 60 min von 1,0 auf 0,42 %, also um 0,58 %, was wohl der höheren Temperatur zuzuschreiben war. Eine weitere Steigerung der Frischgeschwindigkeit war mit Rücksicht auf das starke Aufschäumen des Bades nicht mehr möglich. Infolge der Temperatursteigerung setzte auch eine geringe Siliziumreduktion ein, so daß das Bad 0,08 % Si aufnahm. Zum Schluß ließ die Frischgeschwindigkeit wieder stark nach, so daß das Herunterfrischen von 0,42 % C auf den Endkohlenstoffgehalt von 0,06 % etwa 75 min in Anspruch nahm. Insgesamt dauerte die Entfernung von 1,54 % C also 230 min, entsprechend einer durchschnittlichen Entkohlungsgeschwindigkeit von 0,40 % C/h bzw. 0,067 % je 10 min.

Die Schmelze wurde dann mit Aluminium beruhigt und abgestochen. Die Abstichttemperatur war zufriedenstellend, sie betrug 1500° (unberichtigt). Die Endschlacke hatte noch 15 % Fe und war wieder sehr kieselsäurereich (68,0 %), ihre Gesamtmenge wurde auf 200 kg, das sind etwa 20 % vom Einsatz, geschätzt. Es geht hieraus hervor, daß die

Verschlackung des Futters außerordentlich stark war. Aus Bild 6 ist auch zu entnehmen, in welcher Höhe die Eisengehalte der Schlacke während des Frischens lagen. Ferner sind dort auch die Stickstoffgehalte der Schmelze angegeben. Man sieht, daß sie bei der Versuchsschmelze 1 mit 0,002 % ungewöhnlich niedrig lagen.

Versuch 6. Nachdem das basische Futter aus Magnesia und Zirkonoxyd, das um eine Stahlgußschablone aufgestampft wurde, längere Zeit gesintert worden war, wurden wieder 1,2 t Roheisen, die im Kupolofen vorgeschmolzen waren, eingesetzt. Seine Abstichanalyse war:

C	Si	Mn	P	S
4,0	0,9	1,0	0,06	nicht bestimmt.

Nachdem das Roheisen auf genügende Temperatur gebracht und die Stahlschablone vollständig eingeschmolzen war, wurde mit der Erzzugabe von  $2 \times 20 = 40$  kg begonnen. Ein Kochen machte sich zunächst nicht bemerkbar. Das zugegebene Erz wurde zum größten Teil in das Bad eingespült, die Gase entwichen auf der Badoberfläche ohne starke Blasenbildung. Aus dem Silizium- und Mangangehalt des Bades bildete sich eine Schlacke, die nach 60 min abgezogen wurde. Hierbei wurden auch 180 kg Roheisen mit abgegossen, da sich der Tiegel infolge des Einschmelzens der Stahlschablone von rd. 120 kg Gewicht zu stark gefüllt hatte, so daß die Gefahr eines Ueberkochens beim Frischen bestand. Hiernach wurden wieder  $3 \times 20 = 60$  kg Erz zugegeben, worauf das Kochen äußerst heftig einsetzte, so daß etwa 75 min mit der weiteren Erzzugabe gewartet und kurzzeitig sogar der Strom gedrosselt werden mußte. Erst hierauf, d. h. nach 150 min Gesamtschmelzdauer, konnte weiter Erz zugegeben werden, wobei die Zugabe so bemessen wurde, daß das Bad gerade eben nicht überkochte, d. h. die größtmögliche Frischgeschwindigkeit eingehalten wurde. Insgesamt wurden während dieser Zeit (110 min) 130 kg Erz aufgegeben; der Kohlenstoffgehalt sank dabei auf etwa 0,5 % C. Hierauf mußte aus betriebstechnischen Gründen, die mit der Stromversorgung zusammenhingen, die Schmelze abgebrochen werden. Es waren also 3,5 % C in 260 min, d. h. mit einer durchschnittlichen Entkohlungsgeschwindigkeit von 0,81 % C/h bzw. 0,135 % C/10 min entfernt worden. Die Frischkurve des Versuchs ist ebenfalls aus Bild 6 zu ersehen. Die Kurve, welche die Eisengehalte der Schlacke wiedergibt, zeigt, daß mit Fortschreiten des Versuchs der Eisengehalt mehr und mehr verdünnt wurde. Nachdem er anfänglich 28 % betragen hatte und zeitweise sogar auf 43 % gestiegen war, sank er, unterbrochen durch einen kurzen Wiederanstieg auf 36 %, allmählich auf 3 % ab. Im übrigen bestand die Schlacke aus verschlacktem Ofenfutter; seine Menge wurde auf etwa 70 kg geschätzt.

Der Stickstoffgehalt der Schmelze war bereits beim Einsetzen verhältnismäßig hoch. Möglicherweise hängt dies damit zusammen, daß die Stahlschablone, die ja schon vor dem Roheiseneinsatz zu schmelzen begann, viel Stickstoff aufgenommen hatte. Der Stickstoff sank dann während des Frischens auf 0,004 % und stieg zum Schluß, als die Frischgeschwindigkeit geringer wurde, wieder auf 0,005 % an.

Versuch 11. Schließlich kann die Frischgeschwindigkeit, die im Rohn-Ofen zu erzielen ist, auch noch an der Versuchsschmelze 11 beurteilt werden, die ebenfalls auf basischem Magnesia-Zirkonoxyd-Futter durchgeführt wurde. Für den Versuch wurden 800 kg eines Stahles mit 0,84 % C eingesetzt. Das Schmelzgewicht wurde durch Nachsetzen von Siederohrschrott auf etwa 1,1 t erhöht. Nachdem der Schrott vollkommen eingeschmolzen war und die Schmelze genügende Temperatur hatte, wurde mit dem

Frischen begonnen (250 min nach Schmelzbeginn). Die Schmelze hatte zu diesem Zeitpunkt einen Kohlenstoffgehalt von 0,55 %. Bei der Erzzugabe schäumte das Bad sehr stark auf. Der Kohlenstoffgehalt konnte aber innerhalb 170 min nur auf 0,10 % gesenkt werden. Es entspricht dies einer Frischgeschwindigkeit von 0,16 % je h bzw. 0,026 % je 10 min. Aus Resten der Einschmelzschlacke und dem Ofenfutter bildete sich zusammen mit dem Erz während des Frischens eine Schlacke. Ihr Eisengehalt konnte nicht über 6 % gesteigert werden, da das Futter stark verschlackte und das Erz immer wieder verdünnte. Der Gehalt der Schlacke an Magnesia lag zwischen 20 und 30 %, der an Zirkonoxyd zwischen 18 und 25 %. Bemerkenswert ist der hohe Stickstoffgehalt, den die Schmelze schon zu Beginn hatte. Er lag bei 0,016 % und hielt sich während des ersten schwachen Kohlenstoffabbrandes auf dieser Höhe. Nach Beginn des Kochens sank er zunächst stark auf 0,008 %. Infolge der Verminderung der Frischgeschwindigkeit konnte er aber nicht mehr weiter als auf 0,007 % sinken.

Um einen zusammenfassenden Ueberblick über die Frischgeschwindigkeiten, die bei den drei beschriebenen

Versuchen erreicht werden konnten, zu bekommen, sind in Bild 7 die Frischgeschwindigkeiten für die einzelnen Versuche noch in Abhängigkeit vom jeweiligen Kohlenstoffgehalt dargestellt. In der Darstellung sind gleichzeitig die Bereiche angegeben, in denen sich die Frischgeschwindigkeiten beim basischen Siemens-Martin-Ofen und beim basischen Lichtbogenofen bewegen. Bekanntlich sind sie bei hohen Kohlenstoffgehalten am höchsten. Bei 1 % C im Stahl können beispielsweise beim basischen Siemens-Martin-Ofen zwischen 0,36 und 0,60 % C/h bzw. 0,06 und 0,10 % C je 10 min herausgefrischt werden, im Lichtbogenofen kann man die Frischgeschwindigkeit vielleicht sogar bis auf 0,84 % C/h bzw. 0,14 % je 10 min steigern. Zu niedrigeren Kohlenstoffgehalten von etwa 0,1 % hin sinken dann die erreichbaren Frischgeschwindigkeiten auf etwa 0,12 % bzw. 0,02 % für den Siemens-Martin-Ofen und 0,24 % bzw. 0,04 % für den Lichtbogenofen. Vergleicht man nun die Frischgeschwindigkeiten, die bei den Versuchen erzielt wurden, mit diesen Zahlen, so muß man feststellen, daß bei dem Versuch 1 im Bereich der höheren Kohlenstoffgehalte die Frischgeschwindigkeit — wohl infolge niedriger Badtemperatur — zunächst sehr niedrig lag. Erst bei 0,5 % C erreichte sie einen Höchstwert von etwa 0,54 % C je h bzw. 0,03 % je 10 min. Bei der Versuchsschmelze 6 lagen im Bereich von mehr als 1 % C die Frischgeschwindigkeiten zum Teil sehr hoch. Es konnten hier anfänglich Frischgeschwindigkeiten von 1,2 bis 1,08 % C/h bzw. 0,2 bis 0,18 % je 10 min erreicht werden. Dann sanken sie ab und lagen bei Kohlenstoffgehalten zwischen 0,5 und 0,8 % im Bereich der im Siemens-Martin-Ofen oder im Lichtbogenofen erzielbaren Geschwindigkeiten. Bei der Versuchsschmelze 11 lagen — wie bei Versuch 1 — die Frischgeschwindigkeiten anfänglich niedrig und bewegten sich dann in der Größenordnung von Siemens-Martin-Ofen-Schmelzen.

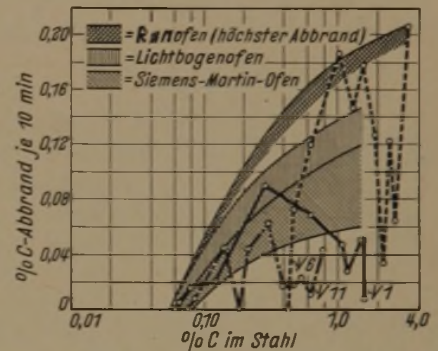


Bild 7. Frischgeschwindigkeiten im Rohn-Ofen.

Abschließend ist also zu sagen, daß nur bei Kohlenstoffgehalten über 1 % höhere Frischgeschwindigkeiten erreicht wurden, als sie mit anderen Oefen bisher erzielt werden konnten. Bei 0,3 und 1 % C lagen aber die Frischgeschwindigkeiten immerhin noch bei Werten, die den höchsten im Lichtbogenofen erzielbaren gleich waren. Nur bei Kohlenstoffgehalten unter 0,3 % bewegten sich die Frischgeschwindigkeiten im üblichen Rahmen. Frischgeschwindigkeiten von 1,20 % C/h, wie sie von W. Hessenbruch und W. Rohn<sup>2)</sup> angegeben wurden, konnten bei den vorstehend beschriebenen Versuchen nicht erreicht werden. Ein gewisses Hindernis für die Erzielung größerer Frischgeschwindigkeiten ist zweifellos die starke Verdünnung, die das zugesetzte Erz durch verschlacktes Ofenfutter erfährt.

3. Desoxydationsversuche auf saurem Futter.

Angeregt durch die Versuche von R. Perrin<sup>4)</sup>, Stahl durch Behandlung mit sauren Schlacken in der Pfanne zu desoxydieren, wurde dann die Frage geprüft, ob es im Rohn-Ofen gelingt, einen unberuhigten Stahl allein durch Behandlung mit Glasschlacke so zu desoxydieren, daß er sich ohne zusätzliche Desoxydation vergießen läßt.

Zu dem Versuch (Nr. 3) wurden 1,2 t eines Stahles mit 0,15 % C flüssig eingesetzt. Der Stahl enthielt außerdem noch 0,26 % Cr und 2,2 % Ni. Der Schmelzverlauf ist aus Bild 8 zu ersehen. Unmittelbar nach dem Einsetzen wurde die erste Glasschlacke aufgebracht und ihre Menge so bemessen, daß das Bad völlig abgedeckt war. 40kg Glas entsprechend 3,3 % vom Einsatzgewicht wurden hierzu benötigt. Nach 70 min Schmelzdauer erschien die Temperatur des Stahles hoch genug, um mit dem Schlackenwechsel beginnen zu können. Er wurde so gehandhabt, daß jeweils die Hälfte der Schlacke abgezogen und durch neue Glasschlacke ersetzt wurde. Zwischen dem zweiten und dritten Schlackenwechsel mußte jedoch noch wieder einige Zeit gewartet werden, da das Bad zu stark abgekühlt war. Wie das Bild zeigt, blieb der Kohlenstoffgehalt des Stahles während der gesamten Schmelzdauer nahezu gleich. Schon nach dem Flüssigwerden der ersten aufgegebenen Glasschlacke setzte eine gewisse Siliziumreduktion ein, die allmählich zu einem Siliziumgehalt von 0,07 % führte. Nach weiterem Schlackenwechsel verstärkte sie sich und erreichte allmählich 0,15 % Si. Der Mangangehalt sank während des Schmelzverlaufes fortdauernd langsam, so daß der Stahl im Endgehalt nur 0,03 % Mn hatte. Bemerkenswert ist der Verlauf des Eisengehaltes der Schlacke. Nach den ersten Schlackenwechseln sank er zunächst von 5 % auf etwa 3 %, stieg dann bei gleichbleibendem Siliziumgehalt im Stahl bis etwa 7 % an, was wohl eine Folge der steigenden Tempe-

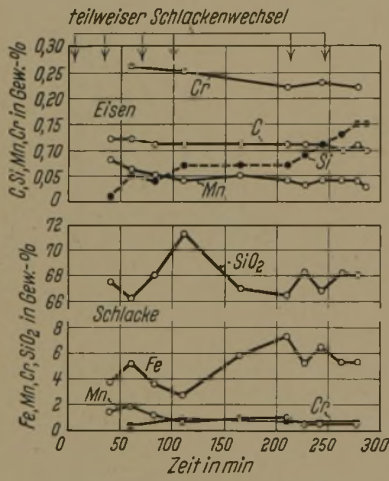


Bild 8. Desoxydation mit Glasschlacke.

ratur. Nach 70 min Schmelzdauer erschien die Temperatur des Stahles hoch genug, um mit dem Schlackenwechsel beginnen zu können. Er wurde so gehandhabt, daß jeweils die Hälfte der Schlacke abgezogen und durch neue Glasschlacke ersetzt wurde. Zwischen dem zweiten und dritten Schlackenwechsel mußte jedoch noch wieder einige Zeit gewartet werden, da das Bad zu stark abgekühlt war. Wie das Bild zeigt, blieb der Kohlenstoffgehalt des Stahles während der gesamten Schmelzdauer nahezu gleich. Schon nach dem Flüssigwerden der ersten aufgegebenen Glasschlacke setzte eine gewisse Siliziumreduktion ein, die allmählich zu einem Siliziumgehalt von 0,07 % führte. Nach weiterem Schlackenwechsel verstärkte sie sich und erreichte allmählich 0,15 % Si. Der Mangangehalt sank während des Schmelzverlaufes fortdauernd langsam, so daß der Stahl im Endgehalt nur 0,03 % Mn hatte. Bemerkenswert ist der Verlauf des Eisengehaltes der Schlacke. Nach den ersten Schlackenwechseln sank er zunächst von 5 % auf etwa 3 %, stieg dann bei gleichbleibendem Siliziumgehalt im Stahl bis etwa 7 % an, was wohl eine Folge der steigenden Tempe-

ratur gewesen sein dürfte, und sank bei der weiteren Siliziumreduktion wieder auf etwa 5 %. Mit fallendem Eisengehalt der Schlacke war stets eine gewisse Steigerung des Kieselsäuregehaltes der Schlacke verbunden. Der Kieselsäuregehalt erreichte dabei einen Höchstwert von 75 %, ohne daß sich dies auf den Flüssigkeitsgrad der Schlacke sichtlich bemerkbar gemacht hätte. Der Stahl ließ sich ohne weitere Zusätze einwandfrei vergießen. Der Versuch hat also gezeigt, daß die Glasschlacke im Quirlöfen so warm und reaktionsfähig gemacht werden konnte, daß der Sauerstoffgehalt der Schmelzen sank und eine Siliziumreduktion einsetzte.

Bei dem nächsten Desoxydationsversuch (Versuch Nr. 5) wurde ein Stahl zunächst mit Mangan und Silizium desoxydiert und dann mit einer Mangan-Silikat-Schlacke „durchgespült“, wobei die Zusammensetzung der Mangan-Silikat-Schlacke so bemessen war, daß eine Veränderung im Mangan- und Siliziumgehalt nicht eintrat. Die Schlacke wurde zuvor im Lichtbogenofen geschmolzen und hatte folgende Zusammensetzung: 4 % FeO, 39 % MnO und 51 % SiO<sub>2</sub>. Für den Versuch wurde 1 t eines Stahles eingesetzt, der bei 0,33 % C 0,10 % Mn enthielt. Nachdem der Stahl unter der Pfannenschlacke auf die erforderliche Temperatur gebracht war, was 83 min in Anspruch nahm, wurde die Schlacke abgezogen, der Stahl mit Ferromangan und Ferrosilizium desoxydiert (0,96 % Mn, 0,48 % Si) und 50 kg, das sind 5 % des Einsatzes, Mangan-Silikat-Schlacke aufgegeben. Nach dem Zusatz mußte allerdings der Stahl

zunächst wieder 70 min gewärmt werden. Als eine genügend hohe Temperatur erreicht war, wurden nochmals 25 kg Silikat-schlacke nachgesetzt. Der Schmelzverlauf ist aus Bild 9 zu ersehen. Man erkennt, daß der Siliziumgehalt von 0,5 % vollkommen gleich blieb, ebenso änderte sich der Kohlenstoffgehalt von 0,25 % nicht. Nur der Mangangehalt sank allmählich von 0,85 auf 0,66 %. Der Grund hierfür dürfte in den Umsetzungen zwischen Stahl und Schlacke zu suchen sein, die durch die Vermehrung der Schlackenmenge infolge fortschreitender Auflösung des Ofenfutters verursacht wurden (Erhaltung des Mangangleichgewichtes). Um festzustellen, in welchem Maße die hochmanganhaltige Silikatschlacke auch Schwefel zu lösen vermochte, wurde auch der Schwefelgehalt der Schlacke untersucht. Er erreichte einen höchsten Wert von 0,04 % S, während der Stahl Schwefelgehalte von 0,016 bis 0,017 % aufwies. Es entspricht dies einem Schwefelverteilungsfaktor (Schwefel in der Schlacke : Schwefel im Metall) von 2,4 bis 2,5. F. Körber<sup>5)</sup> fand für 0,75 bis 1,0 % Mn im Metall 2 bis 3. Die Übereinstimmung ist also recht gut und beweist, daß auch für die Schwefelverteilung das Gleichgewicht erreicht wurde.

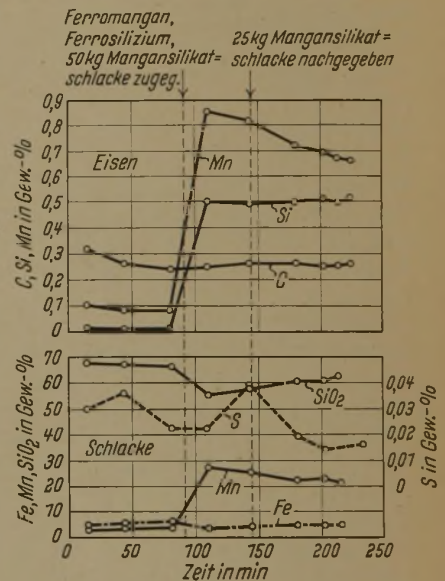


Bild 9. Desoxydation mit Mangan-Silikat-Schlacke.

<sup>4)</sup> Rev. Métall., Mém., 30 (1933) S. 1/10 u. 71/84; 32 (1935) S. 466/68; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 558/59; 56 (1936) S. 171.

<sup>5)</sup> Stahl u. Eisen 46 (1936) S. 433/44 (Stahlw.-Aussch. 305).

Der Versuch zeigt, daß es durchaus möglich ist, im Rohn-Ofen ein Stahlbad längere Zeit bei einer ziemlich gleichbleibenden Zusammensetzung mit einer Schlacke zu behandeln, die sich mit dem Stahl nahezu im Gleichgewicht befindet, d. h. also mit einer Schlacke „durchzuspülen“.

Der abgegossene Block wurde auf Einschlüsse untersucht. Ein grundsätzlicher Unterschied im Reinheitsgrad gegenüber in anderen Oefen hergestellten Schmelzen ergab sich nicht. Es war aber auch keine größere Verunreinigung festzustellen. Auch dieses Ergebnis ist von Bedeutung, wenn

	C %	Si %	Mn %	Ni %	Cr %	Mo %
Stahl A	0,06	0,3 bis 0,8	0,3 bis 0,5	8 bis 9	17,5 bis 18,5	2,0
Stahl B	0,06	0,3 bis 0,8	0,3 bis 0,5	9 bis 10	17,0 bis 18,0	bis
Stahl C	0,18	1,9 bis 2,0	0,8 bis 1,0	19 bis 21	24,0 bis 26,0	2,3

Insgesamt wurden mit dem Stahl A fünf Schmelzen, mit dem Stahl B vier Schmelzen und mit dem Stahl C fünf Schmelzen durchgeführt; außerdem wurde noch ein Versuch (Nr. 31) mit einem titanhaltigen nichtrostenden Stahl durchgeführt (Stahl D). Die Schmelzföhrung entsprach hierbei

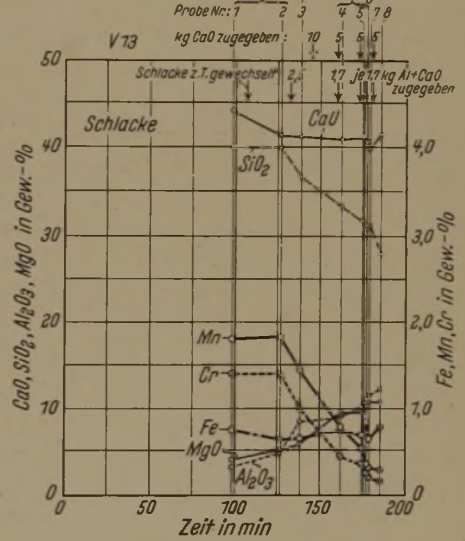
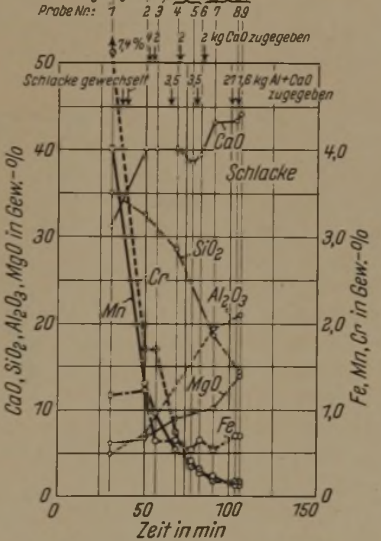
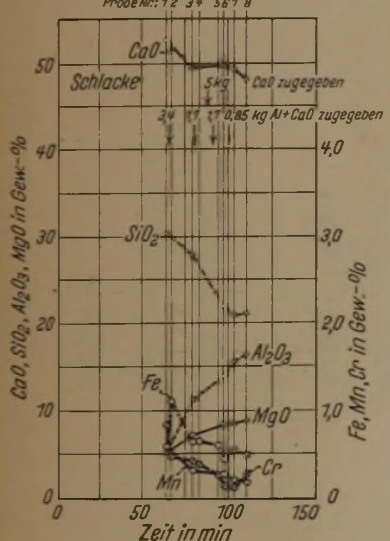
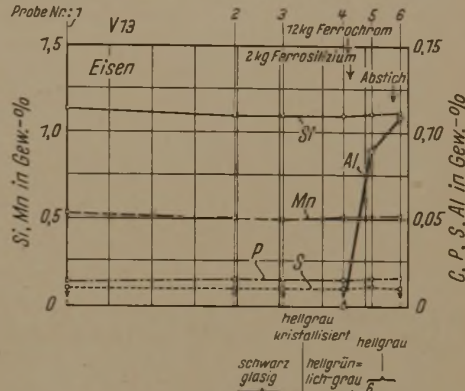
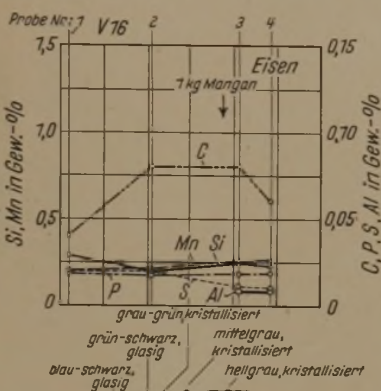
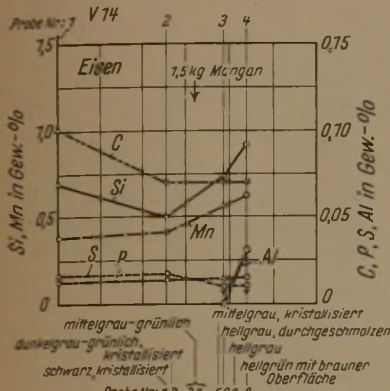


Bild 10. Desoxydationsversuch mit basischen Schlacken. Stahl A.

Bild 11. Desoxydationsversuch mit basischen Schlacken. Stahl B.

Bild 12. Desoxydationsversuch mit basischen Schlacken. Stahl C.

man berücksichtigt, daß ja in dem Rohn-Ofen Schlacke und Stahl sehr stark miteinander vermengt wurden. Zudem muß beachtet werden, daß die Desoxydation mit Mangan und Silizium nicht so scharf ist, daß mit einer weitgehenden Entfernung des Sauerstoffs im Schmelzfluß gerechnet werden könnte. Es bleiben vielmehr immer noch merkliche Sauerstoffgehalte zurück, die sich dann bei der Abkühlung in Form von Einschlüssen im Stahl ausscheiden.

4. Desoxydationsversuche auf basischem Futter.

Nachdem Vorversuche gezeigt hatten, daß es zwar nicht möglich war, allein durch Behandlung mit basischen Schlacken Stahlschmelzen zu desoxydieren, daß es aber sehr wohl gelingt, eisenoxydularme hochbasische Schlacken unter Zugabe von Desoxydationsmitteln entsprechend der Arbeitsweise im Lichtbogenofen zu führen, wurde vorgesehen, an einer Anzahl von Schmelzen legierten Stahles zu erproben, ob sich mit dieser Art Schlacken gleiche Güten wie in den üblichen Oefen herstellen lassen. Als Stahlmarken für diese Versuche wurden zwei nichtrostende Stähle und ein hitzebeständiger Stahl mit folgenden Richtanalysen gewählt:

aber durchaus derjenigen der Stähle A. Innerhalb der einzelnen Versuchsreihen wurden als Desoxydationsmittel:

1. Aluminium im Gemisch mit Kalk,
2. Kalziumsilizium,
3. Alsical,
4. Ferrosilizium

und in zwei Fällen auch Aluminiumpulver allein verwendet. Die Schmelzen wurden bis auf zwei Versuche, bei denen mit festem Einsatz gearbeitet wurde, im Hochfrequenzofen vorgeschmolzen und flüssig eingesetzt. Beim Einsetzen mußte sehr darauf geachtet werden, daß möglichst nichts von dem Sand, mit dem die Schmelzen in der Pfanne während des Umgießens abgedeckt waren, mit in den Ofen gelangte, damit die Schlackenmenge möglichst klein und so basisch wie möglich gehalten werden konnte. Falls ein Zurückhalten nicht gelang, wurde die Pfannenschlacke im Ofen mit Kalk abgesteift und abgezogen. Wenn die Schmelze in Bewegung war, machte jedoch das vollständige Abziehen der Schlacken Schwierigkeiten, da immer wieder ein Teil der Schlacke zur Mitte des Bades gezogen wurde.

Zur Schlackenbildung wurde bei den ersten Versuchen eine Kalk-Silikat-Schlacke, bestehend aus 65 bis 70 % Kalk, Rest Kieselsäure, aufgegeben. Später von Schmelze 19 an wurde diesen Gemischen von vornherein noch 15 % MgO beigegeben, in der Hoffnung, dadurch den Angriff der Schlacken auf das magnesiahaltige Futter zu vermindern. Als sich aber herausstellte, daß trotz aller Vorsichtsmaßregeln der Kieselsäuregehalt der Schmelzen immer noch reichlich hoch war, wurde schließlich zur Schlackenbildung nur ein Gemisch von 80 % Kalk und 20 % Magnesia aufgegeben und nach Bedarf etwas Sand zur Verflüssigung der Schlacken nachgesetzt. Die Kalkzugabe wurde so bemessen, daß die Schlacke nach Möglichkeit an Kalk gesättigt war. Die Schlackenmenge wurde so gewählt, daß das Bad bis auf einen Rand von etwa 10 cm Breite abgedeckt war, also mit dem Futter nicht in Berührung stand. Um dies zu erreichen, waren etwa 20 bis 40 kg Kalk erforderlich, aus denen sich dann etwa 60 bis 100 kg Schlacke bildeten. Die Schlackenmenge lag also bei etwa 5 bis 8 % des Einsatzes.

Nach Aufgeben der Schlacke wurde die Schmelze, die beim Einsetzen meist mehr oder weniger stark abkühlte, zunächst auf genügende Temperatur gebracht, dann wurde mit der Reduktion der Schlacke begonnen. Die fortschreitende Reduktion wurde nach der Farbe der Schlacken beurteilt. Wenn die Schlacken weiß geworden waren oder keine weitere Veränderung ihrer Farbe mehr zeigten, wurde die Behandlung beendet.

Als Beispiel für die Durchführung der Versuche ist in den Bildern 10 und 11 der Schmelzverlauf für zwei Schmelzen aus den Stählen A und B (Schmelze 14 und 16) und in Bild 12 für eine Schmelze aus Stahl C (13) wiedergegeben. Man erkennt, wie mit fortschreitender Reduktion der Gehalt der Schlacke an Eisenoxydul, Chromoxyd und Manganoxydul sinkt, allerdings ist die Abnahme des Eisengehaltes der Schlacke nicht so stark wie diejenige des Mangans und Chroms. Es hängt dies wohl mit einer gewissen Abbindung des Eisenoxyduls in der Schlacke zusammen. Der Kalkgehalt konnte bei den Schmelzen auf 41 (Schmelze 13), 49 (Schmelze 14) und 44 % (Schmelze 16) gebracht werden, während der Tonerdegehalt auf 12, 16 und bei Schmelze 16 sogar auf 21 % stieg. Aus den Bildern 10 bis 12 ist weiter zu erkennen, wie sich die Gehalte der Schmelzen an Silizium, Mangan und Phosphor im allgemeinen wenig änderten, und wie nur gegen Schluß der Behandlung mit fortschreitender Desoxydation der Aluminiumgehalt mehr oder weniger stark anstieg. Der Schwefelgehalt, der an sich schon im Einsatz recht niedrig (etwa 0,02 %) lag, erniedrigte sich jeweils während der Schlackenbehandlung auf weniger als 0,01 %.

Die Art der Schlackenführung bei all diesen Desoxydationsversuchen ist aus den Bildern 13 und 14 zu ersehen. In ihnen ist für jeden Versuch die Zusammensetzung der Anfangs- und der Endschlacke dargestellt, wobei die Schmelzen, die auf reinem Magnesiafutter, und diejenigen, die auf Magnesia-Zirkonoxyd-Futter hergestellt wurden, für sich zusammengefaßt sind. Bei den auf Magnesia-Zirkonoxyd-Futter hergestellten Schmelzen (Bild 13) liegen die Kalkgehalte im allgemeinen zwischen 40 und 50 %. Der höchste erreichte Kalkgehalt betrug 55 % (Schmelze 32, Anfangsschlacke). Im Verlauf der Schmelzen änderte sich der Kalkgehalt im allgemeinen wenig. Der Magnesiumgehalt der Schmelzen lag zu Anfang meist niedriger als gegen Ende, im Durchschnitt lag die untere Grenze der Magnesiagehalte bei etwa 4 %. Es entsprach dies etwa der Menge der absichtlich zur Schlacke zugesetzten Magnesia. Die obere Grenze der Magnesiagehalte lag bei etwa 15 %. In einigen

Fällen hatten aber auch schon die Anfangsschlacken derart hohe Gehalte, ein Zeichen für die schnelle Reaktion der Schlacken mit dem Ofenfutter. Die Kieselsäuregehalte der Schlacken waren aus den erwähnten Gründen recht unterschiedlich. Es kamen Anfangsgehalte von etwa 40 % vor, gegen Ende der Schmelzen konnten sie jedoch meist etwas gesenkt werden. Bei den meisten Schmelzen, die mit Aluminium oder Aluminium-Kalk-Gemischen behandelt wurden, stieg der Tonerdegehalt gegen Ende der Schmelzen

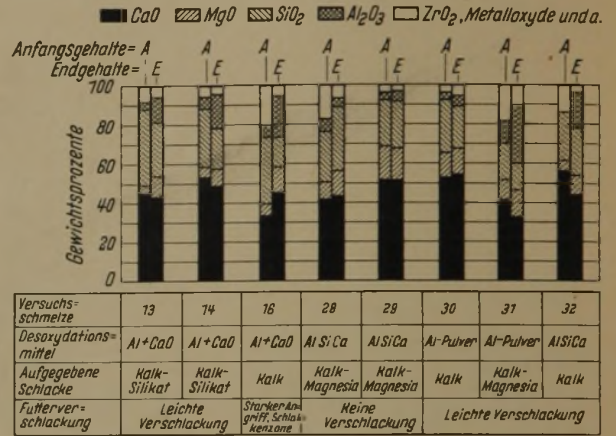


Bild 13. Zusammensetzung der basischen Desoxydations-schlacken (Magnesia-Zirkon-Futter).

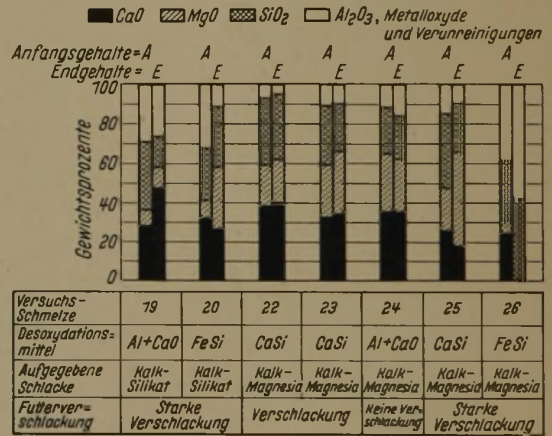


Bild 14. Zusammensetzung der basischen Desoxydations-schlacken (Magnesiafutter).

stark an, bei den mit Alsical behandelten war dies nicht in so starkem Maße der Fall. Unter Einberechnung der Magnesia betrug der Gehalt der Schmelzen an Basen bei den Versuchen mindestens 50 %, erreichte jedoch im Verlauf der Schmelzen zum Teil nahezu 70 % (z. B. bei Schmelze 29 und 30).

Bei den Schmelzen, die auf reinem Magnesiafutter hergestellt wurden (Bild 14), lag der Kalkgehalt im Durchschnitt erheblich niedriger als bei den auf Magnesia-Zirkonoxyd-Futter hergestellten Schmelzen, zum Teil betrug er weniger als 20 %. Die höchsten erreichten Kalkgehalte lagen bei 40 %. Es ist dies darin begründet, daß die Magnesiagehalte dieser Schlacken durchweg höher als im vorhergehenden Fall waren. Der Magnesiagehalt betrug zwischen 20 und 30 % und erreichte in einem Fall (Schmelze 25) sogar etwa 45 %. Der Größenordnung nach entsprechen diese Magnesiagehalte den Anteilen, die Kalk-Silikat-Schlacken bei 1600° etwa zu lösen vermögen. Die Kieselsäuregehalte lagen in derselben Größenordnung wie bei den vorhergehenden Versuchen, vielleicht mit Ausnahme der



Versuche, bei denen mit Ferrosilizium gearbeitet wurde (Schmelze 26). Hier waren die Endgehalte etwas höher.

Der Grad der Desoxydation, der bei den einzelnen Versuchen erreicht wurde, zeigt sich in den Gehalten an Chrom, Mangan und Eisen, die in den Endschlacken jeweils verblieben. In Bild 15 sind sie nach Desoxydationsmitteln, in Bild 16 nach Stahlmarken geordnet wiedergegeben. Bild 16 zeigt, daß die Chrom- und Mangan-gehalte in den Schlacken bis zu 0,2 % und zum Teil sogar noch etwas darunter gesenkt werden konnten, während der niedrigste Eisengehalt, der erreicht werden konnte, 0,5 % betrug. Es war also die Regel, daß das Eisenoxydul in diesen geringen Konzentrationen schlechter als die Mangan- und Chromoxyde reduziert wurde.

Die stärkste Reduktion der Schlacke wurde offensichtlich mit dem Aluminium-Kalk-Gemisch und mit

diesem Versuch nicht gelang, eine weitgehend basische Schlacke zu führen. Im übrigen geht aus Bild 16 noch hervor, daß ein Unterschied zwischen den einzelnen untersuchten Stahlorten in der Reduktion der Metalloxyde aus der Schlacke nicht festzustellen ist. Das Bild verdeutlicht gleichzeitig noch einmal, daß die Behandlung mit dem Aluminium-Kalk-Gemisch jeweils die schärfste war.

Bild 17 zeigt schließlich in Ergänzung zu Bild 16 noch die Aluminium- und Siliziumgehalte, die zum Ende der Desoxydation im Metall verblieben. Die Siliziumgehalte weichen von den gesetzten Siliziumgehalten meist nicht sehr stark ab. Die Aluminiumgehalte zeigen aber keine Beziehung zur Menge des zugesetzten Aluminiums, ebensowenig ist ein Zusammenhang mit der Reduktion der Schlacken in dem Sinne zu erkennen, daß einer weitgehenden Reduktion hohe

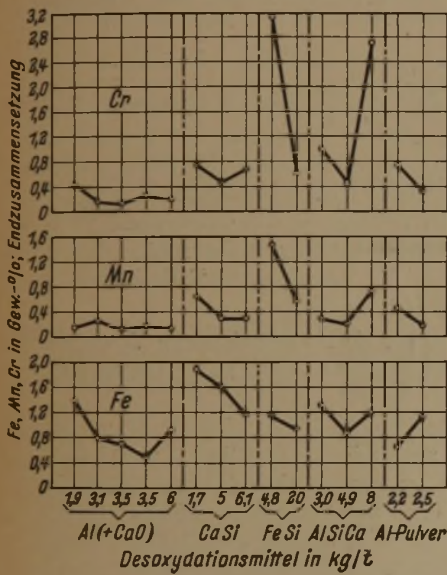


Bild 15. Gehalte der Desoxydations-schlacken an Fe-Cr-Mn-Oxyden. Geordnet nach Desoxydationsmitteln.

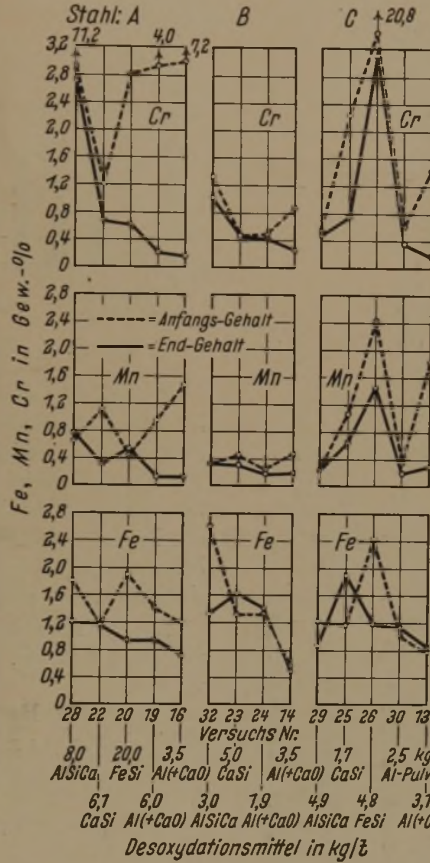


Bild 16. Gehalte der Desoxydations-schlacken an Fe-Cr-Mn-Oxyden. Geordnet nach Stahlmarken.

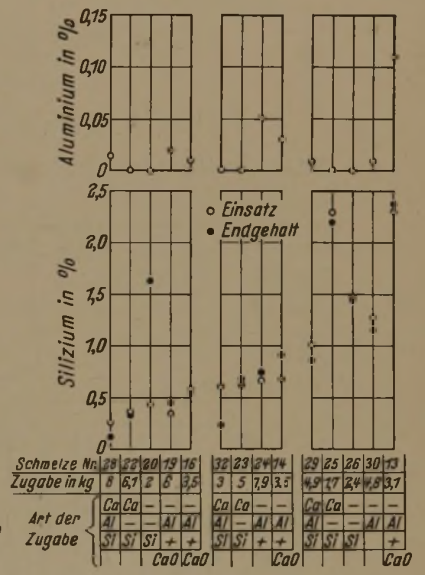


Bild 17. Aluminium- und Siliziumgehalt in Abhängigkeit von Menge und Art der desoxydierenden Zusätze.

Aluminiumpulver allein erreicht, jedoch war die Desoxydation mit Kalzium-Silizium und Aluminium-Silizium-Kalzium zum Teil auch kaum weniger stark; mit Ferrosilizium war sie dagegen schwächer.

In den Bildern 15 und 16 ist auch die je Tonne Schmelze jeweils verbrauchte Menge an Desoxydationsmitteln angegeben. Sie schwankt in verhältnismäßig weiten Grenzen zwischen 2 und 12 kg/t für die starken Desoxydationsmittel und erreicht beim Ferrosilizium sogar einmal 20 kg/t. Das Aluminium-Kalk-Gemisch bestand dabei etwa zu 50 % aus Kalk und zu 50 % aus Aluminium. Bei den Angaben über den Verbrauch an Desoxydationsmitteln ist aber zu berücksichtigen, daß einerseits bei den einzelnen Versuchen die Gehalte an Chrom, Mangan und Eisen, welche die Schlacken zum Beginn der Reduktion aufwiesen, sehr unterschiedlich waren, und daß andererseits auch die Schlackenmengen in verhältnismäßig weiten Grenzen schwankten. In Bild 16 sind zur Veranschaulichung der Unterschiede in den Anfangsgehalten die entsprechenden Chrom-, Mangan- und Eisengehalte für die einzelnen Versuche mit eingetragen. Die Schmelze aus Stahl C, die mit Ferrosilizium desoxydiert wurde, weist die höchsten Metalloxyd-gehalte in der Endschlacke auf, weil es bei

Aluminiumgehalte entsprechen. Die höchsten Gehalte finden sich nach Desoxydation mit Aluminium allein und mit dem Aluminium-Kalk-Gemisch. Bei größerer Betriebs-erfahrung würden sich aber auch hier wahrscheinlich niedrigere Gehalte einhalten lassen.

Metallurgisch bemerkenswert ist schließlich noch die Stickstoffaufnahme der Schmelzen während der einzelnen Versuche; sie ist in Bild 18 nach Stahlorten geordnet wiedergegeben. Im Vergleich zur Stickstoffaufnahme der gleichen Stähle bei Herstellung im Lichtbogenofen muß sie als recht hoch bezeichnet werden, werden doch teilweise Gehalte erreicht, die dreimal so hoch liegen, als den Durchschnittsgehalten der anderen entspricht. Man ersieht aus dieser Tatsache, daß die Berührung der Schmelzen mit der Luft im Rohn-Ofen recht beträchtlich und nachteilig sein kann.

Für die Beurteilung der Desoxydationsversuche ist schließlich noch die Frage der Zeitdauer der Behandlungen wichtig. Die Gesamtzeit setzt sich zusammen aus der Anwärmzeit und der eigentlichen Behandlungszeit, die mit dem Beginn der Schlackenreduktion anfang. Zur Veranschaulichung der Zeitdauer sind in Bild 19 die Zeiten, die für die mit flüssigem Einsatz hergestellten Schmelzen

erforderlich waren, zusammengestellt. Die schwarzen Säulen ergeben die Gesamtschmelzdauer wieder, die weißen zeigen die Anwärmdauern, die jeweils erforderlich waren, bevor mit der Schlackenarbeit begonnen werden konnte. Bei der Zeitberechnung sind Störungszeiten, während deren der Ofen ohne Strom stand, nicht mit eingerechnet. Störungen sind jedoch in der Darstellung angedeutet, da sie natürlich die Anwärmdauern erhöhten. Die Schmelzen sind in Bild 19 nach der gesamten Schmelzdauer geordnet.

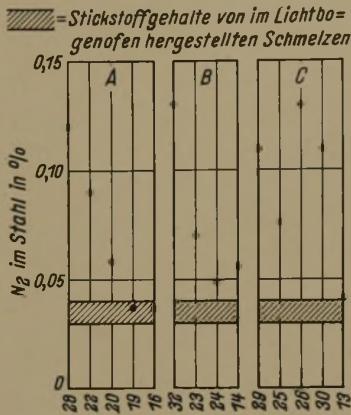


Bild 18. Stickstoffgehalte der Versuchsschmelzen.

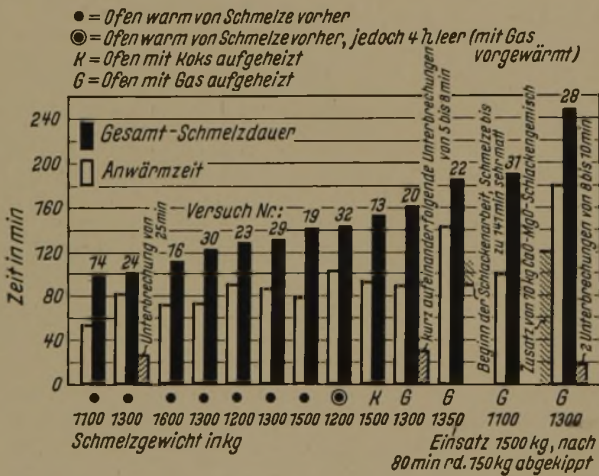


Bild 19. Gesamtschmelzdauer bei den Desoxydationsversuchen.

Aus diesem Bild ist zu ersehen, daß in den meisten Fällen eine Anwärmdauer von 50 bis 100 min erforderlich war. Am geringsten waren die Wärmzeiten, wenn schon der Ofen durch eine vorhergehende Schmelze angewärmt war. Aber auch bei den Schmelzen, bei denen der Ofen zuvor durch Koksfeuer oder Gasbrenner angeheizt worden war, waren die Anwärmdauern nur unwesentlich höher. Auffallend lange Anwärmdauern wiesen nur die Schmelzen 22 und 28 auf, die Schmelze 22 hatte mit 1500 kg ein recht hohes Einsatzgewicht, war zudem verhältnismäßig kalt eingesetzt und infolge zu frühen Beginns der Schlackenarbeit weiter abgekühlt. Bei Schmelze 28 hat wahrscheinlich eine verhältnismäßig hohe Schlackenmenge neben zwei Störungen den Anlaß zu der langen Wärmzeit gegeben.

Bei Beurteilung der Anwärmdauern ist weiter zu berücksichtigen, daß in allen Fällen der vorgeschmolzene Stahl auf

einem verhältnismäßig langen Wege zum Versuchsofen stark abkühlte, auch wenn er zuvor genügend hohe Temperaturen hatte, und daß dann noch beim Einkippen in der Rinne eine weitere Abkühlung eintrat. In einem Fall wurde diese Abkühlung z. B. zu 70° festgestellt. Hierzu kam dann noch die Abkühlung im Ofengefäß selbst. Auch sie war verhältnismäßig groß, da die Zeit vom Endpunkt des Eingießens bis zum Beginn der Stromzufuhr immerhin mindestens 5 min dauerte.

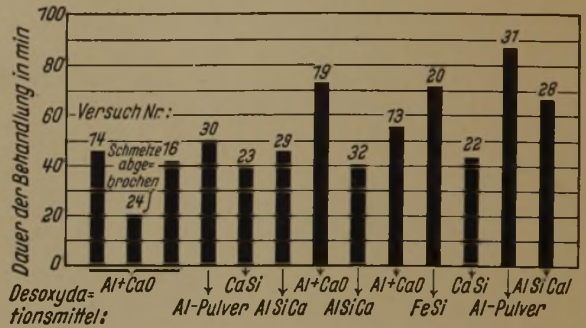


Bild 20. Zeitdauer der Desoxydationsbehandlung.

In Bild 20 sind nochmals die reinen Desoxydationszeiten für sich aufgetragen. Aus der Darstellung ist zu ersehen, daß bei 8 von den insgesamt 13 Schmelzen die Desoxydation nach etwa 40 min beendet war. Diese Zeiten können bei regelmäßigem Betrieb, bei dem die Schlackenführung und die Menge der notwendigen Desoxydationszusätze besser bekannt sind, als dies bei den Versuchen der Fall sein konnte, sicherlich noch abgekürzt werden.

Auf die Energiemenge, die bei den einzelnen Versuchen verbraucht wurde, wird weiter unten näher eingegangen werden.

Zur Beurteilung ihrer Güte wurden die Schmelzen auf Feinblech und zum Teil auch auf Rohre verarbeitet. Bei der Blechherstellung erwiesen sich sämtliche Stähle als fehlerfrei mit Ausnahme einer Schmelze des Stahles C (26) und des Stahles D (31). Die Schmelze des Stahles C zeigte Kantenrisse beim Vorwalzen. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Desoxydation mit Ferrosilizium allein ungenügend war. Der Stahl D zeigte Flecken auf den Blechen infolge von nichtmetallischen Einschlüssen, eine Schwierigkeit, die bekanntlich auch bei in anderen Oefen hergestellten Schmelzen der gleichen Zusammensetzung auftritt und mit der Ausscheidung von Titanitriden zusammenhängt. Bei der Rohrwalzung, die nur an den nichtrostenden Stählen A und B durchgeführt wurde, ließen sich die Rohrluppen gut ziehen und zeigten auch in der Oberfläche eine sehr gute Beschaffenheit; sie kam auch darin zum Ausdruck, daß die Putzstunden im Vergleich zu üblichen Schmelzen sehr gering waren.

Zusammenfassend ist zu den Desoxydationsversuchen auf basischem Futter zu sagen, daß es ohne weiteres gelang, im Rohn-Ofen eine hochbasische Schlacke zu führen und in ähnlicher Weise zu reduzieren, wie dies im Lichtbogenofen üblich ist. Die auf diese Art und Weise hergestellten Stähle wiesen gegenüber den in anderen Oefen hergestellten Stählen auf keinen Fall eine geringere Reinheit und Güte auf. Um sagen zu können, ob sie sich besser verhielten, reichen die vorliegenden Versuchsergebnisse jedoch noch nicht aus. [Schluß folgt.]

## Zuschriften an die Schriftleitung.

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

### Tiefzementieren von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Einsatzstählen in Salzbädern.

Die Frage, ob kurzes Glühen während etwa 15 min bei 1000° oder mehrstündiges Glühen bei Kohlhungstemperatur für die Praxis empfehlenswerter sei, ist in der Arbeit von H. Diergarten<sup>1)</sup> zugunsten der kurzen Glühung bei hoher Temperatur entschieden. Dem kann nicht unter allen Umständen beigeplichtet werden.

Zunächst tritt durch kurze Glühung bei hoher Temperatur eine gleichmäßige Verteilung des Kohlenstoffs nicht in gewünschter Weise ein, während sie bei niedriger Temperatur und langer Glühdauer ohne weiteres erreicht werden kann (Bild 1). Es ist klar, daß vor allem für hochbeanspruchte Werkstücke wie Zahnräder, Rollenbahnen u. dgl. die bei niedriger Temperatur erreichte Kohlenstoffverteilung günstiger ist. Bei Zahnrädern und anderen Werkstücken mit stellenweise kleinen Krümmungsradien wirkt

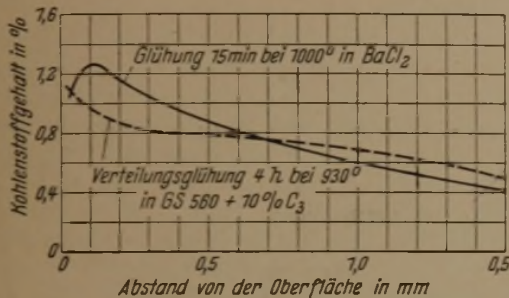


Bild 1. Vergleich der Wirkungsweise einer kurzen Glühung bei hoher Temperatur und einer langen Verteilungsglühung bei niedriger Temperatur.

sich der Unterschied zwischen den beiden Möglichkeiten noch wesentlicher und zu Ungunsten der Glühung bei hoher Temperatur aus. Aus Bild 1 geht ferner hervor, daß die Glühung bei hoher Temperatur eher als Lösungsglühung und nur die bei niedrigerer Temperatur mit vollem Recht als Verteilungsglühung bezeichnet werden kann.

Die Notwendigkeit, bei Werkstücken, die nicht oder nur wenig geschliffen werden, den Kohlenstoffgehalt der äußersten Randzone genau einzustellen und nicht zu tief absinken zu lassen, erfordert die Anwendung von Glühbädern bestimmten Kohlhungsspiegels. Reine Chloridbäder, wie sie bei 1000° wegen rascher Zersetzung und mangelnder Nachprüfbarkeit von Zyanidbädern bei dieser hohen Temperatur nur noch in Frage kommen, entkohlen zu stark. Es sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß die leider ziemlich verbreitete Bezeichnung „neutrale Bäder“ für Chloridbäder nicht angebracht ist. Sinngemäß sind unter neutralen Bädern solche zu verstehen, die den Kohlenstoffgehalt des darin behandelten Stahles nicht ändern; dieser Anforderung entsprechen aber nur zyanidhaltige Bäder bestimmter Zusammensetzung (Bild 2). Als Beispiel sei das Ergebnis der Glühung in zwei stark beanspruchten Bädern wiedergegeben, und zwar in einem erdalkalihaltigen Bad mit niedrigem Zyanidgehalt, und in einem erdalkalfreien Bad mit hohem Zyanidgehalt. Durch Glühung in dem erdalkalihaltigen Bad kommt es trotz des sehr niedrigen Zyanidgehaltes zu einer zusätzlichen Kohlhung. Nur das zweite Bad erfüllt alle Anforderungen auch bei dem in der Praxis unvermeidlichen Schwanken des Zyanidgehaltes.

Ein praktisches Hindernis für die Anwendung der kurzen Glühung bei hoher Temperatur liegt ferner in der Tatsache, daß in den meisten Härtereien keine Salzbadöfen vorhanden sind, die auf die Dauer für den Betrieb bei 1000° geeignet sind. Ferner wird jeder, der mit der Wärmebehandlung schwieriger Teile, z. B. Zahnräder, vertraut ist, gewisse Bedenken haben, derartige Teile auf 1000° zu erwärmen. Auch die Abkühlung an der Luft, die nach Glühung bei hoher Temperatur erforderlich zu sein scheint, ist wegen der dabei entwickelten Salznebel und der häufig auftretenden Korrosionen wenig angenehm, da die dünne Salzhaut während der verhältnismäßig langen Abkühlungsdauer Oxydationen nicht zu verhindern vermag.

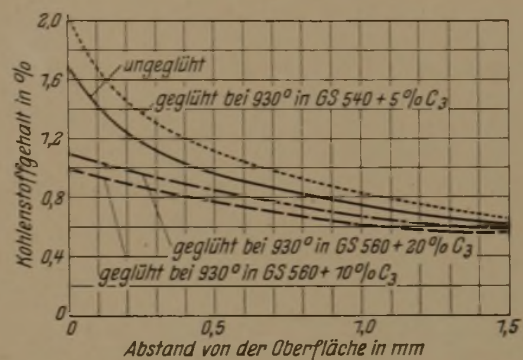


Bild 2. Verlauf des Kohlenstoffgehaltes in im C-5-Bad gekohlten Werkstücken nach Glühung in verschiedenen Salzbädern.

Die höheren Kosten des mehrstündigen Glühens bei Kohlhungstemperatur werden zum Teil dadurch ausgeglichen, daß man die Kohlhungsdauer vor dieser Glühung etwas verkürzen kann, da die Kohlhungstiefe während der Verteilungsglühung noch zunimmt.

Praktische Anwendung des Verfahrens bei höchstbeanspruchten Flugzeugteilen hat erwiesen, daß mit diesem Verfahren allerhöchste Anforderungen an Gleichmäßigkeit der Einsatztiefe, Kohlenstoffgehalt der Randzone in verschiedenen Schichten, Spannungsfreiheit der Einsatzschicht und geringes Verziehen in geradezu idealer Weise erfüllt werden können.

Zur Frage der Herkunft des Wasserstoffs, der die Flockenbildung in den von Diergarten beschriebenen Werkstücken verursacht haben soll, stehen noch einige Versuchsergebnisse aus. An sich enthält das C-5-Bad keine Wasserstoffverbindungen. Zur Zeit wird geklärt, ob bei Gegenwart von Luftfeuchtigkeit Wasserstoff frei wird, der für die Flockenbildung verantwortlich sein könnte. Hierüber soll zu gegebener Zeit berichtet werden.

Unter Berücksichtigung der geschilderten Tatsachen ist der mehrstündigen Verteilungsglühung in geeigneten zyanidhaltigen Bädern bei Kohlhungstemperatur der Vorzug zu geben.

Frankfurt a. M., 10. Dezember 1940.

C. Albrecht.

Entgegen den bisherigen Anschauungen habe ich darauf hingewiesen, daß beim Tiefzementieren von Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Einsatzstählen in Salzbädern (etwa 1,2 bis 2,0 mm Einsatztiefe) grobe und unzulässige Randkarbide bei Schmelzen verschiedener Werke —

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1027/37 (Werkstoffaussch. 514).

von Ausnahmen mit besonders günstigem Verhalten abgesehen — durchweg auftreten. Die groben, teils netzförmig angeordneten Karbide sind deshalb zu beseitigen, und zwar durch entsprechende Wärmebehandlung, weil die behandelten Stähle unter Berücksichtigung ihrer Eigenart als gut anzusprechen sind. Dies wurde durch Diffusionsglühen in den Zementationsbädern nachgeschalteten Tiegeln mit neutralen oder schwach kohlend eingestellten Salzbadern erreicht.

Da eine größere Anzahl Teile mit vorgeschriebenen Einsatztiefen, aber groben Randkarbiden vorlagen, wurde auf Grund von Ueberlegungen bei „hoher“ Temperatur unter Heranziehung des Lösungseffektes über ES geglüht, um in kurzer Zeit ohne große Aenderung der schon richtig eingebrachten Einsatztiefe zur Beseitigung der groben Randkarbide zu kommen. Längeres Glühen bei „niedrigen“ Temperaturen (930°) hätte zu große Einsatztiefen und damit Ausschluß der vielen vorgearbeiteten Werkstücke ergeben können. Die Beseitigung der Randkarbide auf diese Weise wurde der Durferrit-Gesellschaft mitgeteilt. Die Festigkeitseigenschaften der so behandelten Teile waren gut, wie die durchgeführten Versuche und die Bewährung in der Praxis nach und nach ergaben. Dies war der Grund, weshalb die Behandlung dieser Teile kurz oberhalb ES (970°) auch weiterhin durchgeführt wurde. Hinzu kam die größere Wirtschaftlichkeit mit der etwa fünffachen Leistung je Tiegel.

Zu begrüßen ist, daß bei praktischer Anwendung des Verfahrens auch unter mehrstündigem Glühen bei Kohltemperatur die Anforderungen an höchstbeanspruchte Flugzeugteile nach Mitteilung von C. Albrecht in geradezu vollkommener Weise erfüllt werden konnten.

Insgesamt gesehen kann somit auf Grund von Erfahrungen an verschiedenen Stellen gesagt werden, daß durch geeignete Wärmebehandlung nunmehr auch die Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Austauschstähle in den heute erhältlichen Salzbadern einwandfrei einer Tiefzementation bis zu 2 mm unterzogen werden können. Andere Stellen werden hoffentlich auch demnächst ihre Erfahrungen mitteilen.

Im einzelnen sei zu den Ausführungen von Albrecht noch erwähnt: Die Kurve für 15 min Glühung bei 1000° in *Bild 1* braucht nach links keinen Steilabfall zu zeigen. Albrecht hat mit stark entkohlendem Bariumchloridbad gearbeitet und setzt voraus, daß auch andernorts so gearbeitet wird. Durch Zusatz von Ferrosiliziumpulver oder anderen Mitteln können bekanntlich Bariumchloridbäder praktisch neutral gehalten werden; es sei hierzu auf die Erfahrungen bei der Schneldrehstahlhärtung bis 1300° verwiesen. Messungen ergaben, daß der Kohlenstoffgehalt der äußersten Zone durchweg bei etwa 1,3 % lag. Hieraus und aus der angegebenen Arbeitsweise von 970° als Glühtemperatur während 20 min zuzüglich 15 bis 30 min Aufheizzeit, im Mittel etwa 45 min als Gesamtglühzeit, für die bei uns benutzten Tiegel und Glühgutmengen dürfte sich ein flacherer Verlauf der Kurve ergeben.

In meinem Bericht wird angegeben, daß man bis 1000° gehen kann<sup>2)</sup>. Es besteht also kein Anlaß, einseitig eine Entgegnung mit 1000° und 15 min als Arbeitsbedingungen zu bringen. Dies entspricht weder den Ausführungen noch dem Sinne des Berichtes. Es wird auch ausdrücklich das Behandeln unter ES besprochen, was der „Kohltemperatur“ nach C. Albrecht entsprechen würde. Wenn man schon einseitig eine Temperatur und Zeit zugrunde

legt, müßten es 970° und etwa 45 min sein. Ob am zweckmäßigsten bei hoher oder niedriger Temperatur die Diffusionsglühung vorzunehmen ist, wird in jedem Falle für sich entschieden werden müssen.

Es konnte nicht beobachtet werden, daß die Tiegel mehr gelitten haben, wenn 45 min bei 970° gearbeitet wurde, als mehrere, z. B. 4 h bei 930°.

Ebenfalls konnte im Betrieb bei uns nicht festgestellt werden, daß sich in der bedeutend kürzeren Zeit bei 40° höherer Temperatur die zyanidhaltigen Bäder entsprechend der Leistung schneller zersetzen. Entgegen der Angabe von C. Albrecht kann man beim Glühen bei „hoher“ Temperatur, also über ES, zyanidhaltige Bäder anwenden, wie die nun seit langem bei 970° laufenden Durferrit-Vergütungs-bäder zeigen.

Will man den Lösungseffekt zur Zeitersparnis mit ausnützen, genügt eine Temperatur von 950° nicht ganz, weil man bei etwa 1,3 % C und 940 bis 950° auf die Linie ES kommt (vgl. Zahlentafel 2 meines Berichtes). Wie üblich wurde 20 bis 30° über die Umwandlungstemperatur gegangen. Daraus ergab sich 970° als eine Möglichkeit der Diffusionsglühung.

Nimmt man eine übliche Schleifzugabe von 0,1 bis 0,3 mm an, so liegt nach der Kurve für die Verteilungsglühung bei 930° nach *Bild 1* ein Kohlenstoffgehalt von etwa 0,9 % vor, dagegen nach der Kurve für die Glühung bei 1000° ein Kohlenstoffgehalt von etwas unter 1,2 %. Wenn man schon hieraus qualitative Schlüsse zieht, ist zu sagen, daß bei Rollenlaufbahnen bewußt übereutektoidische Kohlenstoffgehalte wegen der höheren Verschleißfestigkeit erstrebt werden bis 1,2 % C für Rollenstahl<sup>3)</sup>. Das gleiche dürfte für Zahnräder gelten. Ein Kohlenstoffgehalt bis etwa 1,2 % wirkt sich also auf die Verschleißfestigkeit nur günstig aus. Auch ist bei richtiger, feinkörniger Zementitverteilung bei diesen Kohlenstoffgehalten keine Zähigkeitseinbuße bei Versuchen und im praktischen Betrieb festgestellt worden.

Wenn keine oder nur geringe Schleifzugabe vorgesehen ist, liegt bei Anwendung richtig eingestellter Bäder der Kohlenstoffgehalt der Randschicht gemäß *Bild 1* nach Glühung bei 1000° mindestens ebenso hoch wie nach Glühung bei 930°. Der Kurvenverlauf von 0,5 bis 1,5 mm Einsatztiefe nach *Bild 1* dürfte überdies auf gleiches Verhalten im praktischen Betrieb schließen lassen, da vor und nach dem Schnittpunkt der Kurven nur höchstens 0,1 % C Unterschied besteht.

Störende Salznebel und Korrosionen bei Luftabkühlung, wie sie von C. Albrecht angegeben werden, konnten bei den bei uns hergestellten Teilen bis zu 57 mm Dmr. und 100 Stück je Tiegel nicht beobachtet werden, da die Abkühlung der ausgebreiteten Stücke schnell erfolgt.

Vergleicht man die Zeitmittelwerte<sup>4)</sup> mit etwa 45 min für Glühungen über ES und 240 min bei 930° (nach C. Albrecht, *Bild 1*), so ergibt sich ein Verhältnis von etwa 1:5, was bei bestimmten Werkstücken wirtschaftlich für Diffusionsglühen über ES spricht. Entscheidend ist jedoch die Qualität. In den Wärmebehandlungsbetrieben wird versucht werden, auf Grund der bestehenden Auffassungen oder der gegebenen Hinweise jeden Fall so oder so günstigst zu gestalten. Eine starre Festlegung nach hoher oder niedriger Temperatur liegt nicht im Sinne des Berichtes. Dieser will auf die Vorteile der den Kohlenstoff verteilenden Diffusionsglühung, also einer Lösungs- und Ausgleichsglühung oder nur Ausgleichsglühung in einem nachgeschalteten Bad, hinweisen.

Schweinfurt, 29. März 1941.

H. Diergarten.

<sup>2)</sup> Vgl. Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, 2. Aufl. Hrsg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1937. Bl. T 14—2.

<sup>3)</sup> Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Bl. Q 84—1.

<sup>4)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1031, linke Spalte.

# Umschau.

## Die Reduzierbarkeit von See- und Sumpferzen im Verhältnis zu Roteisenstein und Magnetit.

J. Petrén<sup>1)</sup> untersuchte zwölf verschiedene Erze auf ihre Reduzierbarkeit im Temperaturbereich von 700 bis 960°. Dabei handelte es sich um den Vergleich von See- und Sumpferzen mit Roteisenstein und Magnetit. Die Erze wurden zerkleinert und in verschiedene Kornklassen geschieden mit Korndurchmessern zwischen 0,54 und 4,70 mm. Für die Reduktionsversuche wurden die Erze mit 50 Gewichtsprozent Holzkohle gemischt und in einem verschlossenen Tiegel im elektrischen Ofen auf Versuchstemperatur gebracht. Nach der Reduktion wurde die Holzkohle

Unstimmigkeiten zeigen sich bei den Reduktionsversuchen an Äs-Gruben-Erz.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Reduzierbarkeit der See- und Sumpferze ungefähr derjenigen der Roteisenerze gleichkommt. Der Reduktionsbeginn liegt jedoch beim See- und Sumpferz bei etwas tieferer Temperatur. Der Reduktionsverlauf wird von Petrén folgendermaßen gekennzeichnet. Die Ueberführung von Eisenoxyd zu Eisenoxyduloxyd beginnt unterhalb 700°. Eisenoxyduloxyd wird bei 700° noch nicht abgebaut. Im Temperaturbereich von 700 bis 750° beginnt die Ueberführung von Eisenoxyduloxyd in Wüstite. Erst bei

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Reduktionsversuche an Erzproben von 2,4 bis 3,3 mm Korngröße.

	Versuch 1 4 h bei 860° 2,4 bis 3,3 mm			Versuch 2 4 h bei 960° 2,4 bis 3,2 mm			Versuch 3 4 h bei 820° 2,4 bis 3,3 mm			Versuch 6 4 h bei 860° 2,4 bis 3,3 mm			% Fe <sub>red</sub> in Roherz der Korngröße 0,5 bis 1,3 mm	% in Salzsäure lösliches Fe in Roherz der Korngröße 5,0 bis 1,3 mm
	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %		
See-Erz . . .	67,6	58,0	85,8	72,6	62,8	97,0	67,6	49,7	76,2	—	—	—	41,9	41,8
Sumpferz grob	36,5	25,5	69,0	31,2	25,5	81,8	33,2	9,5	28,6	—	—	—	13,3	12,9
Sumpferz fein .	—	—	—	19,8	15,5	78,0	20,6	3,5	17,0	—	—	—	54,0	54,3
Sumpferz 2 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45,1	44,4
Mongrube . . .	57,7	43,0	75,4	59,2	55,2	91,8	58,5	49,8	85,7	—	—	—	67,0	67,0
Blötberg-Erz .	78,9	61,2	77,8	80,0	74,7	92,3	80,7	61,2	75,5	—	—	—	44,3	44,3
Kolnberg . . .	66,0	31,4	47,6	68,8	42,2	61,4	67,3	40,2	59,9	—	—	—	61,7	61,0
Äs-Grube . . .	77,8	52,0	66,2	81,3	66,5	81,8	78,7	60,0	76,3	—	—	—	63,0	61,8
Taberg-Erz . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75,0	51,3	68,3	67,0	67,0
Blötberg-Erz .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	83,3	69,5	84,2	52,8	52,5
Nornberg-Erz .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	68,0	50,5	74,2	48,1	45,8
Käll-Grube . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61,2	45,4	74,3	59,9	58,8
Kanal-Grube .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	67,3	43,5	64,6	—	—
Utö-Erz . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39,7	24,0	60,4	28,9	26,3

Zahlentafel 2. Ergebnisse der Reduktionsversuche an Erzproben von < 0,5 und > 0,5 mm Korngröße.

	Versuch 4 4 h bei 810°						Versuch 5 4 h bei 810°						Versuch 7 4 h bei 808°			Versuch 8 10 h bei 855°			Versuch 9 4 h bei 860°						
	< 0,5 mm			> 0,5 mm			< 0,5 mm			> 0,5 mm			< 0,5 mm			> 0,5 mm			< 0,5 mm			> 0,5 mm			
	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	Fe %	Metalli- sches Fe %	Reduk- tions- grad %	
See-Erz . . .	61,5	45,0	73,2	65,8	48,0	73,8	—	—	—	—	—	—	61,8	30,0	48,5	66,6	47,7	71,6	71,0	—	—	—	—	—	—
Sumpferz 1 . .	23,5	5,0	21,3	34,0	6,1	17,7	—	—	—	—	—	—	19,0	2,0	10,5	26,3	3,6	13,7	17,7	3,1	17,5	—	—	—	
Mongrube . . .	78,0	63,5	81,4	58,3	51,0	87,5	—	—	—	—	—	—	53,2	15,5	29,1	56,6	46,7	82,5	55,0	39,6	73,0	—	—	—	
Blötberg-Erz .	92,6	75,0	81,0	90,8	71,0	78,2	—	—	—	—	—	—	79,0	35,0	31,6	91,7	47,3	83,4	87,0	59,2	68,0	—	—	—	
Kolnberg . . .	63,8	7,5	11,8	58,6	5,0	8,8	—	—	—	—	—	—	59,2	7,5	12,6	65,5	69,1	77,5	65,0	36,0	55,3	—	—	—	
Äs-Grube . . .	69,5	0,7	Spur	67,2	0,5	Spur	—	—	—	—	—	—	68,3	6,5	9,5	79,5	71,1	77,5	73,2	38,6	52,7	—	—	—	
Taberg-Erz . .	—	—	—	—	—	—	84,3	51,5	61,1	76,0	34,5	45,4	67,3	3,0	2,9	76,0	69,9	77,5	72,0	19,6	37,2	—	—	—	
Blötberg-Erz .	—	—	—	—	—	—	94,7	81,7	86,4	92,8	77,0	83,0	—	—	—	—	71,1	77,5	—	—	—	—	—	—	
Nornberg-Erz .	—	—	—	—	—	—	84,6	77,5	91,6	76,6	67,5	89,4	60,7	13,0	21,1	63,0	33,9	53,1	62,3	34,5	55,4	—	—	—	
Käll-Grube . .	—	—	—	—	—	—	80,0	54,0	67,5	59,7	36,0	60,3	53,2	2,2	4,1	56,5	33,9	53,9	54,0	13,1	24,5	—	—	—	
Kanal-Grube .	—	—	—	—	—	—	76,0	8,0	10,5	65,8	7,5	11,4	56,5	—	—	59,3	34,9	61,8	61,7	3,3	5,5	—	—	—	
Utö-Erz . . .	—	—	—	—	—	—	65,5	10,0	16,8	42,5	5,5	12,9	33,0	0,6	1,8	31,8	33,4	59,9	35,0	6,6	18,8	—	—	—	

vom Reduktionsgut durch magnetische Scheidung entfernt. Eine Ausnahme wurde beim Sumpferz gemacht, wo das Reduktionsgut nur durch Luftseparation von der Kohle getrennt werden konnte. Die Reduktionsversuche wurden zum Teil stufenweise durchgeführt, um den Reduktionsverlauf über die verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens verfolgen zu können. Der Reduktionsgrad wurde durch Analyse des Reduktionsgutes ermittelt.

Die bemerkenswertesten Versuchsergebnisse sind in den Zahlentafeln 1 und 2 zusammengefaßt. Die Zahlentafeln weisen an einigen Stellen Unstimmigkeiten auf, die wahrscheinlich auf Versuchsfehler zurückzuführen sein dürften. So zeigt beispielsweise das Kolnberg-Erz bei einer vierstündigen Glühbehandlung (Versuch 4) bei 810° einen Reduktionsgrad von 8,8 % während es bei einer dreistündigen Glühung bei 808° (Versuch 7) einen Reduktionsgrad von bereits 12,6 % aufweist. Ähnliche

800° wird das Auftreten von metallischem Eisen beobachtet. Bei Magnetiterzen scheint die Bildungstemperatur nach Beobachtungen von Petrén höher zu liegen als bei Roteisenerzen. Die Reduzierbarkeit der Magnetiterze ist zum Teil sehr unterschiedlich, was auf den Aufbau dieser Erze zurückgeführt wird.

In diesem Zusammenhang muß darauf hingewiesen werden, daß die Ermittlung der Eisenbildungstemperatur oder der Temperaturen für den Reduktionsbeginn der verschiedenen Eisenoxide bei Versuchen wie den vorliegenden weitgehend von der Genauigkeit der verwendeten Analysenverfahren bestimmt sind. Theoretisch sind diese Verhältnisse im Zustandsschaubild des Systems Fe-O-C bereits festgelegt. Die Reduktionsbeginne der Eisenoxide bei der Umsetzung mit festem Kohlenstoff wurden eingehender von W. Baukloh<sup>2)</sup> und H. H. Meyer<sup>3)</sup> untersucht.

Walter Baukloh.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1195/96.

<sup>2)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseld., 12 (1930) S. 1/6; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 553/54.

<sup>1)</sup> Jernkont. Ann. 124 (1940) S. 589/99.

## Ueberwachung der Dickenabmessung von kaltgewalztem Bandstahl.

Beim Kaltwalzen von Bandstahl in mehrgerüstigen Walzenstraßen (Tandemstraßen) muß gefordert werden, daß die Abmessungen des fertiggewalzten Bandes über die ganze Ringlänge möglichst genau eingehalten, d. h. die Abweichungen der Banddicke vom Sollmaß möglichst klein gehalten werden.

Nach F. Mohler<sup>1)</sup> sind unter den Ursachen für die Dickenabweichungen die wichtigsten in der Veränderung der Walzenform, der Kühlung, der Schmierung und Reibungsverhältnisse, der Walzgeschwindigkeit, der Dicke des angelieferten Bandes und der auf das Walzgut ausgeübten Längszugspannungen zu suchen. Durch einen Versuch bei einer im Betriebszustand befindlichen Walzenstraße wurde festgestellt, daß sich die im einlaufenden Band vorhandenen Unregelmäßigkeiten in der Dicke, bezogen auf die Anfangsdicke, im fertigen Band im gleichen Verhältnis wiederfinden, wenn die übrigen Arbeitsbedingungen unverändert bleiben. Die Frage, ob bei Verwendung einer bestausgerüsteten Walzenstraße, eines sehr gleichmäßigen Anfangsbandes und wenn überhaupt alles nur Menschenmögliche zur Vermeidung von Dickenabweichungen getan wird, die dann noch verbleibenden Unregelmäßigkeiten von der elektrischen Seite des Antriebes her noch beeinflußt werden können, wird grundsätzlich bejaht, doch ist diese „elektrische Kur“ keineswegs immer ein Allheilmittel. Die elektrisch beeinflussbaren Größen sind die Walzenanstellung und die auf das Walzgut ausgeübte Zugspannung. Nach Ansicht des Verfassers sollte sich daher ein zu dickes Band durch Anwendung höherer Zugkräfte auf die richtige Enddicke bringen lassen. Sinngemäß müßte auch das Untermaß durch Nachlassen der Zugspannung weitgehend beseitigt werden können. Da sich die Verhältnisse beim Anfahren und Auslaufen der Straße sowie beim Walzen mit gleichbleibender Walzgeschwindigkeit voneinander unterscheiden, werden sie im folgenden getrennt betrachtet.

Bei gleichförmiger Walzgeschwindigkeit hängt die augenblickliche Zugspannung im Band wesentlich vom elektrischen Verhalten der Antriebsmotoren ab. Durch Versuche an der gleichen Straße wurde festgestellt, daß die besten Walzergebnisse in bezug auf Dickengleichmäßigkeit bei Motoren mit Nebenschlußverhalten erzielt wurden. Dann folgen Motoren mit Verbundwicklung und als ungünstigste die Motoren, deren Stromaufnahme selbsttätig auf einen veränderlichen Wert eingeregelt wird. In allen drei Fällen kann jedoch ein befriedigendes Walzergebnis durch von Hand einstellbare Feinwiderstände in der Stromregleinrichtung oder in dem Feldstromkreis der Nebenschlußmotoren erzielt werden; bei diesen braucht die Regelung dann aber kaum betätigt zu werden.

Regelt man dagegen wie in früheren Anlagen lediglich auf einen unveränderlichen Gesamtzug ein, dann werden die Dickenunregelmäßigkeiten des Walzgutes noch größer, da bei zu dickem Band die Zugkraft je Querschnitteinheit sinkt, bei zu dünnem Band aber größer wird und also in beiden Fällen eine weitere Zunahme der Abweichung in der schon vorhandenen Richtung verursacht. Die Zugspannung muß also durch Regeln der Gesamtzugkraft entsprechend der Enddicke des Bandes überwacht werden. Die Zugkraft soll dabei durch Zugkraft-Meßgeräte angezeigt werden, damit ein Abreißen des Bandes verhütet werden kann.

Da die ständige Ueberwachung und Einregelung der Zugspannung für die Walzmannschaft sehr ermüdend ist, wird der genannte Regelwiderstand zweckmäßig unmittelbar von einem Dickenmeßgerät gesteuert, das am besten vor oder hinter dem letzten Walzgerüst angeordnet wird. Ueberschreitet die Dickenabweichung die durch die Zugspannung ausgleichbare Grenze, so muß eine zusätzliche Anstellung der Walzen durch die Druckschrauben vorgenommen werden, gleichgültig, ob die Zugregelung von Hand oder selbsttätig erfolgt. Es empfiehlt sich, die Zugspannungsregelung schon zwischen dem 1. und 2. Gerüst wirken zu lassen, indem die Walzendrehzahl des 1. Gerüsts herabgesetzt wird, weil der Einfluß eines Rückwärtszuges auf die Banddicke größer ist als der des Vorwärtszuges.

Beim Anfahren und Auslaufen der Walzenstraße ergeben sich weitere Dickenabweichungen, und zwar auch dann, wenn das Verhältnis der Walzendrehzahlen der verschiedenen Gerüste und die zwischen den Gerüsten herrschenden Zugspannungen genau die gleichen bleiben wie bei voller Walzgeschwindigkeit. Diese Erscheinung wird darauf zurückgeführt, daß das Einsinken der härteren Arbeitswalzen in die weicheren Stützwalzen, d. h. die Abplattung zwischen Arbeits- und Stützwalzen, zeitabhängig ist. Jedem Walzer ist ja bekannt, daß unter Druck

stehende Walzen im Ruhezustand eine bleibende Verformung erleiden, während sie in der Bewegung unverformt bleiben. Ferner nimmt bei unveränderter Kühlmittelmenge die Erwärmung der Walzen und damit ihr Durchmesser mit der Walzgeschwindigkeit zu und beeinflußt die Enddicke des Bandes im entsprechenden Sinne. Auch die Dicke des Schmierfilms ist sicher geschwindigkeitsabhängig, wie aus Lageruntersuchungen zu schließen ist. Schließlich ist auch noch der Werkstofffluß in geringem Maße von der Verformungsgeschwindigkeit abhängig.

Um die Bandstücke mit Uebermaß an den Ringenden möglichst klein im Verhältnis zur gesamten Bandlänge zu halten, empfehlen sich zunächst hohe Ringgewichte sowie große Beschleunigung und Verzögerung beim Anfahren und Auslaufen der Straße. Um diese schnellen Geschwindigkeitsänderungen erreichen zu können, müssen geeignete Motoren gewählt und die Schwungmassen des Antriebs klein gehalten werden. Die Dickenabweichungen in der Anfahr- und Auslaufstrecke lassen sich wiederum größtenteils durch Regeln der Bandzugspannung beseitigen, und zwar durch Erhöhen der Zugkräfte, weil das Band aus den angeführten Gründen in beiden Fällen zu dick wird. Dies kann auch trotz der großen zu überbrückenden Geschwindigkeitsspanne auf zwei verschiedenen Wegen durch Maßnahmen in der elektrischen Schaltung und Regelung der Antriebsmotoren erreicht werden. Der eine der vom Verfasser sehr eingehend beschriebenen Wege geht über die Erzeugung gegenelektromotorischer Kräfte bestimmter Größe in den Motorfeldern, der andere benutzt Gegenstromerzeuger, die mit den Antriebsmotoren in Serie geschaltet sind. Unter günstigen Umständen läßt sich erreichen, daß beim Anfahren bereits von halber Walzgeschwindigkeit an und beim Auslaufen bis zu 15 % der vollen Geschwindigkeit herab das fertige Band in seiner Dicke noch maßhaltig bleibt.

Die Hauptforderungen zur Herstellung eines maßhaltigen Fertigerzeugnisses sind also:

1. Gutes Warmband.
2. Großes Ringgewicht.
3. Nebenschlußmotoren mit richtig gewähltem Beschleunigungsverhalten.
4. Meßgeräte für die Zugspannung zwischen den Gerüsten.
5. Feinregelwiderstände zur Zugspannungsregelung.
6. Gegenläufige Zugspannungsüberwachung, um bei sinkender Walzgeschwindigkeit größere Zugspannungen zu bekommen.
7. Ausgleich der Trägheitskräfte bei großen Beschleunigungen.
8. Selbsttätige Dickenmessung hinter dem ersten und letzten Gerüst.
9. Anstellüberwachung für das erste und letzte Gerüst, wenn die Walzen zum Einführen des Bandes gehoben werden müssen.
10. Gegenstromerzeuger.

Werner Lueg.

## Fortschritte in der Schweißtechnik von Juli 1939 bis Dezember 1940\*).

### 1. Einfluß des Werkstoffs.

In Fortsetzung früherer Versuche über die Schweißbedingungen beim Punktschweißen von weichem Stahl und nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl<sup>1)</sup> werden weitere Ergebnisse von W. F. Hess und R. A. Wyant<sup>2)</sup> mitgeteilt. Entscheidend für gute Schweißungen sind die Wahl richtiger Schweißzeit, Stromstärke und Preßdrücke. Die Schweißzeit beeinflußt in erster Linie die Festigkeit der Verbindung, bewirkt aber auch im Zusammenhang mit der Stromstärke und dem Anpreßdruck bei ungünstiger Zahl der verschiedenen Einflüsse Fehler, die in starken Eindrücken auf der Schweißnaht oder Auspressen flüssigen oder teigigen Schweißgutes bestehen. Die Versuchsreihen lassen erkennen, daß bei weichem Stahl (Elektroden mit 6,35 mm Dmr.) der günstigste Anpreßdruck — auch bei Karosserieblechen — 1050 kg/cm<sup>2</sup> beträgt. Die beste Stromstärke liegt bei der untersuchten Blechdicke von 1,2 mm bei 13 500 oder 12 000 A bei Schweißzeiten von 6 oder 12 Perioden (bei Wechselstrom mit 60 Per/s). Eine genaue Einhaltung dieser Werte ist wichtig, da bei zu geringer Stromstärke der Werkstoff eine geringe Festigkeit und die Neigung zur Ribbildung zeigt, bei zu hoher Stromstärke das Schweißgut herausgedrückt wird. Der Bereich zwischen diesen Grenzwerten ist ziemlich eng.

\* ) Letzte Schriftumsübersicht in Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1291/94 u. 1324/26.

<sup>1)</sup> Hess, W. F., und R. L. Ringer jr.: Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 113/15; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1292.

<sup>2)</sup> Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 348/54.

<sup>1)</sup> Iron Steel Engr. 16 (1939) Nr. 12, S. 44/56.

Aehnlich sind die Verhältnisse bei nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl von etwa 1,7 mm Blechdicke (Elektroden mit 7,8 mm Dmr.). Die günstigste Stromstärke liegt bei etwa 19 500 A und einer Schweißzeit von 6 Perioden. Der geeignetste Anpreßdruck beträgt etwa 3550 kg/cm<sup>2</sup>. Einen maßgebenden Einfluß spielt bei der Schweißung der Elektrodendurchmesser. Eine Vergrößerung des Durchmessers von 4,8 auf 6,35 mm ergab eine Festigkeitssteigerung von 15 % bei einem Mehrstrombedarf von 35 %. Eine weitere Steigerung von 6,35 auf 7,8 mm Dmr. bewirkte eine Festigkeitssteigerung von 18 % bei einem zusätzlichen Stromaufwand von 56 %. Welchen Durchmesser man anwendet, ist also eine vorwiegend wirtschaftliche Frage. Allerdings haben Elektroden von größerem Durchmesser den Vorteil, daß die einzuhaltende Stromstärke ein größeres Gebiet umfaßt. Während bei 4,8 mm Dmr. Stromschwankungen von 8,5 % und bei 6,35 mm Dmr. von 9 % zulässig sind, ergaben sich bei 7,8 mm Dmr. 15 % Stromschwankung. Entsprechend können bei Elektroden von größerem Durchmesser auch höhere Spannungsunterschiede zugelassen werden, was bei Anlagen, die im Stromnetz wechselnder Belastung ausgesetzt sind, von Vorteil ist. Es sei darauf hingewiesen, daß von Hess und Wyant Untersuchungen über die elektrischen Widerstände zwischen Elektrode und Blech sowie zwischen Blech und Blech durchgeführt wurden, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden kann.

Ueber den elektrischen Widerstand unter verschiedenen Verhältnissen wurden ebenfalls grundlegende Untersuchungen von F. J. Studer<sup>3)</sup> angestellt.

Im Anschluß an frühere Arbeiten<sup>4)</sup> behandeln W. F. Hess und R. A. Wyant<sup>5)</sup> das Schweißen von Karosserieblechen nach dem Punktschweißverfahren. Die Versuche wurden an weichem kaltgewalztem Stahlblech von 1,5 mm Dicke unter Verwendung von flachen und abgerundeten Elektroden durchgeführt. Dabei ergab sich, daß bei der Flachelektrode von 6,35 mm Dicke der günstigste Preßdruck bei 1050 kg/cm<sup>2</sup> liegt. Anpreßdrücke von 700 und 1400 kg/cm<sup>2</sup> führten zu minderwertigen Schweißungen. Für eine Schweißdauer von 6 Perioden liegt die günstigste Schweißstromstärke bei 12 500 A, für 12 Perioden bei 11 000 A. Zwischen diesen Schweißzeiten wurden die günstigsten Schweißbedingungen erzielt. Mit der abgerundeten Elektrode wurde nur um 5 % geringere Scherfestigkeit ermittelt. Andererseits ist die hierfür erforderliche Stromstärke bei gleicher Schweißzeit um etwa 1000 A niedriger. Oelfilme auf der Blechoberfläche erhöhten zwar den elektrischen Widerstand, wirkten sich jedoch in der Festigkeit kaum aus. Von stärkerem Einfluß war die Korngröße, und zwar sank die Scherfestigkeit mit zunehmender Korngröße. Auch die Wärmeinflusszone als Maß der Verschweißung war bei grobem Korn wesentlich geringer. Die Zeit des Anpreßdrucks nach dem Schweißen ist für die Festigkeit der Schweißung besonders zu beachten, da eine kritische Zeitspanne besteht, die bei vorliegenden Versuchen zwischen 4 und 4½ Perioden lag. Sowohl oberhalb als auch unterhalb dieser Grenzen wurden einwandfreie Schweißungen erzielt. Wahrscheinlich hängt diese Erscheinung mit dem Umwandlungspunkt zusammen.

Weitere Versuche über dieses Gebiet wurden von W. F. Hess und R. A. Wyant<sup>6)</sup> an abgerundeten Elektroden mit einem Abrundungshalbmesser von 100 und 38 mm durchgeführt. Es zeigte sich, daß flache Stellen an diesen Elektroden schon zu Beginn der Schweißung auftreten, die mit der Schweißzahl zunehmen. Es ist anzunehmen, daß diese Erscheinung bei einer bestimmten Ablachung aufhört. Im Gegensatz zu früheren Angaben wirken sich Oelfilme auf dem Schweißgut ungünstig aus, da der auf der Elektrode gebildete Niederschlag die Strombedingungen verändert, wodurch häufig ringförmige minderwertige Schweißverbindungen entstehen. Bei abgerundeten Elektroden können höhere Drücke angewendet werden, was sich, wie Versuche ergaben, durch höhere Festigkeit auswirkt. Die Schweißindrücke sind bei dem gewählten Halbmesser von 100 mm nahezu flach. Die bisher durchgeführten Versuche genügen nach Ansicht von Hess und Wyant noch nicht, um ein endgültiges Urteil über den Vorzug abgerundeter Elektroden zu fällen.

Eine Reihe von Untersuchungen wurde über Zusatzwerkstoffe beim Schweißen durchgeführt, die von grundlegender Bedeutung für die Gasschmelzschweißung sind. So prüfte R. Weidle<sup>7)</sup> eine größere Zahl im Handel befindlicher Schweißdrähte und umhüllter Elektroden auf ihre Brauchbarkeit für die Gasschmelzschweißung. Die Schweißdrähte umfassen Kohlenstoffgehalte von 0,04 bis 0,25 %, die Elektroden von 0,05 bis 0,17 %, Siliziumgehalte von 0,04 bis 0,31 % oder von 0,05 bis 0,47 % und Mangan-gehalte von 0,35 bis 1,34 % oder von 0,39 bis 0,55 %. Nur ein Schweißdraht enthielt 1,35 % Cr. Nicht berücksichtigt sind dabei die bei Elektroden in der Umhüllung vielleicht vorhandenen Kohlenstoff-, Silizium- und Manganhalte. Die Versuche wurden an Kesselblech MI von 15 und 25 mm Dicke durchgeführt, wobei die Rückseite ausgekreuzt und nachgeschweißt wurde. Als Schweißart wurde die Rechtsschweißung gewählt. Ohne auf die nicht in allen Teilen einwandfreie theoretische Erläuterung einzugehen, wurden folgende Feststellungen gemacht. Bei den Biegeproben wurden im ungeglühten Zustand sowohl beim Biegen über die Naht als auch über die Wurzel-seite nur in wenigen Fällen 180° erzielt, während nach Glühen mit Ofenabkühlung alle Proben 180° ergaben. Die Kerbschlag-zähigkeitsprüfung führte bei den beiden Blechdicken zu unterschiedlichen Werten. Weidle versäumt es leider in diesem Zusammenhang, die Zusammensetzung mit den ermittelten Werten vergleichend zu untersuchen, was eigentlich der Sinn der Untersuchung sein dürfte. Auch die höheren Kerbschlag-zähigkeitswerte bei 25 mm dicken Proben sowie die in den meisten Fällen gefundene Abnahme der Kerbschlagzähigkeit durch Glühen widersprechen derart den bisher gemachten Erfahrungen, daß man die Arbeit sehr vorsichtig aufzunehmen hat. Uebrig bleibt danach die Feststellung, daß mit umhüllten Elektroden bei der Gasschmelzschweißung teilweise sehr gute Werte erzielt werden.

Diese Ansicht des Berichterstatters wird außer durch das Schrifttum durch Versuche von C. Stieler<sup>8)</sup> belegt. Er verwendete zu seinen Versuchen Drähte mit (A) 1,25 % Mn und 0,5 % Ni, (B) 0,75 % Si und 1,25 % Mn, (C) 3 % Ni mit dem Ziel, nachzuprüfen, ob mit diesen Drahtsorten auch ohne Wärmebehandlung genügende Festigkeitswerte zu erzielen sind. Die Zug- und Biegeversuche entsprachen den Anforderungen in vollem Umfang. Die besonders nach verschiedener Behandlung untersuchte Kerbschlagzähigkeit war sowohl im unbehandelten Zustand als auch nach Glühen sowie Warmhämmern und Glühen gut, so daß damit Wege im Zusatzwerkstoff gewiesen sind, die zu günstigeren Ergebnissen führen als die üblich für Stahl St 34 verwendeten Schweißdrähte. Die laufend gefundene Festigkeitssteigerung im Uebergang wirkte sich bei Wechselbeanspruchung nicht schädlich aus. Diese Tatsache haben sich viele Betriebe schon seit Jahren zunutze gemacht.

P. Wimmer<sup>9)</sup> führte Vergleichsversuche an Chrom-Molybdän-Stählen mit drei verschiedenen Zusatzwerkstoffen durch. Die Grundwerkstoffe entsprachen im allgemeinen den Fliegwerkstoff-Bedingungen. Neben unlegiertem und dem Grundwerkstoff entsprechendem Zusatzwerkstoff wurde ein Sonderschweißdraht mit 0,23 % C, 0,17 % Si, 0,86 % Mn und 0,85 % Ni verwendet. In allen Fällen wurden mit diesem Schweißdraht Festigkeitswerte erzielt, die dem unlegierten Zusatzwerkstoff weit überlegen waren und den mit Chrom-Molybdän-Zusatzwerkstoff erzielten Werten ähnelten mit dem Unterschied, daß neben der Schweißnaht eine geringere Aufhärtung auftrat.

R. W. Emerson<sup>10)</sup> prüft die Frage der Auflegierung beim Lichtbogenschweißen unter vorwiegender Berücksichtigung von weichem Stahl sowie nichtrostendem Chrom- und Chrom-Nickel-Stahl. Er vertritt den Standpunkt, daß durch die starke Bewegung des Schweißgutes der Uebergang von hochlegiertem Werkstoff zum unlegierten gleichmäßig in der ganzen Schweißnaht erfolgt, eine Uebergangszone mit höherem oder niedrigem Legierungsgehalt also nicht besteht. Aus dem gleichen Grunde lehnt er die vielfach vertretene Ansicht ab, daß beim Schweißen von weichem Stahl mit Elektroden mit 25 % Cr und 12 % Ni eine Martensitzone im Uebergang zum Grundwerkstoff als Folge einer Durchmischung auftreten kann.

<sup>3)</sup> Ebenda, S. 374/80.

<sup>4)</sup> Hess, W. F., und R. L. Ringer jr.: Weld. J. 17 (1938) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 39/48.

<sup>5)</sup> Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 329/35.

<sup>6)</sup> Weld. J. 19 (1940) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 345/50.

<sup>7)</sup> Autogene Metallbearb. 32 (1939) S. 165/74, 181/91, 198/208.

<sup>8)</sup> Autogene Metallbearb. 32 (1939) S. 297/307.

<sup>9)</sup> Autogene Metallbearb. 32 (1939) S. 345/52.

<sup>10)</sup> Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 381/92.

Die Gesamtaufnahme oder Abwanderung an Legierungselementen hängt in erster Linie von der Nahtform ab, da der Einbrand nur wenig veränderlich ist, in den einzelnen Schweißraupen aber das Verhältnis von Nahtfläche zur Einbrandfläche verschieden ist. Infolgedessen erhält man bei der Mehrlagenschweißung Zonen verschiedenen Legierungsgehaltes. Beim Schweißen von unlegiertem Stahl mit Chrom-Nickel-Stahlelektroden empfiehlt es sich, eine Zusammensetzung zu wählen, die mit Sicherheit ein austenitisches Gefüge in der Naht ergibt. Ist der Chrom- und Nickelgehalt zu gering, so bewirkt die Durchmischung mit dem aufgeschmolzenen Grundwerkstoff ein Martensitgefüge der Naht. Nichtrostender Stahl mit 17 und 27 % Cr ließ sich mit Elektroden mit 18 % Cr und 8 % Ni sowie mit 25 % Cr und 12 % Ni einwandfrei schweißen. Werden derartige Verbindungen hohem und häufigem Temperaturwechsel ausgesetzt, so können infolge der verschiedenen Wärmezahlzahlen hohe Spannungen und damit Bruch auftreten. Auch Chrom-Nickel-Stahl mit 25 % Cr und 12 % Ni ließ sich mit einer Chromstahlelektrode mit 27 % Cr gut schweißen und ergab hohe Festigkeitseigenschaften. Dagegen erwies sich ein Zusatzwerkstoff mit 17 % Cr als unvorteilhaft. Chromstahl mit 12 % Cr wird zweckmäßig mit Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni oder mit 4 bis 6 % Cr verschweißt. Vorwärmung der Schweißnaht und Anlassen bei 740° mit langsamer Abkühlung erwies sich dabei als besonders vorteilhaft.

Zu diesen Untersuchungen von Emerson wird von verschiedenen Forschern Stellung genommen. R. H. Aborn und C. M. Offenbauer<sup>11)</sup> weisen nach, daß beim Schweißen von weichem Stahl mit austenitischen Elektroden eine Martensitzone auftritt, die sowohl durch Mikrohärtmessung als auch durch Aetzung festzustellen ist. Die Dicke dieser Martensitzone liegt zwischen 0,075 und 0 mm. Ihre Härte beträgt etwa 400 Vickers-Einheiten. K. W. Ostrom<sup>12)</sup> stellte Untersuchungen über die Durchmischung bei Verwendung von Stahl mit 19 % Cr und 9 % Ni an. Er kommt zu ähnlichen Ergebnissen wie Emerson. Versuche von R. D. Thomas jr.<sup>13)</sup> gingen in der Richtung, die Bewahrung von austenitischen Schweißungen an Stahl mit 4 % Cr und 6 % Mo zu prüfen. Wie auch in Deutschland bekannt, verhielten sich derartige Schweißungen ausgezeichnet.

P. R. Hall und R. M. Allen<sup>14)</sup> untersuchten den Siliziumabbrand in Gußeisenschweißdrähten bei der Gasschmelzschweißung. Zur Verfügung standen Schweißdrähte mit etwa 3,5 % C und 1,17 bis 4,46 % Si, von denen ein Teil als marktübliche Schweißdrähte bezogen worden waren. Es wurde festgestellt, daß der Siliziumabbrand mit zunehmendem Siliziumgehalt anstieg. Ebenso nahm der Schwefelgehalt in starkem Maße ab, während der Phosphor- und Mangan-gehalt annähernd erhalten blieben. Für die Bearbeitbarkeit ergab sich, daß ein Mindestgehalt an Silizium von 2,75 % bei dem vorliegenden Kohlenstoffgehalt für bearbeitbare Schweißnähte erforderlich ist. Die günstigsten Werte liegen zwischen 2,75 und 3,5 % Si. Die Form der Schweißstäbe, ob rund oder quadratisch, übt keinen Einfluß aus.

R. D. Thomas jr. und F. H. Rhodes<sup>15)</sup> untersuchten den Einfluß von Kohlenstoff in der Umhüllung auf den niedergeschmolzenen Elektrodenwerkstoff und die Schweißschlacke. Zur Grundlage ihrer Versuche wurde eine Umhüllung, die Kalk, Ilmenit, Pyrolisit, Ferrosilizium, Kalziumchromat und Wassergas mit verschiedenen Anteilen Graphit enthielt, gewählt. Sie gehen dabei von dem Gedanken aus, daß Kalk restlos in die Schlacke übergeht und aus dem jeweiligen Verhältnis der Metalloxyde zu Kalk Rückschlüsse auf die Vorgänge beim Schweißen gezogen werden können. Es ergab sich dabei, daß bei geringem Graphitgehalt in der Umhüllung Ferrosilizium restlos oxydiert wird und in der Schlacke als Kieselsäure erscheint. Erst bei höheren Gehalten an Graphit geht Silizium in die Naht über und wirkt hier teilweise desoxydierend. Der Anteil an Eisenoxyd ist in jedem Falle in der Schweißschlacke höher als in der Umhüllung, allerdings wird die Zunahme durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes in der Umhüllung verringert. Chromoxyd, Tonerde und Titansäure werden in keinem Falle reduziert, gehen also auch nicht in die Schweißnaht über. Manganoxyd wird bei hohem Kohlenstoffgehalt reduziert und erhöht den Mangangehalt der Schweißnaht.

Elektroden zum Schweißen von Grauguß wurden von G. S. Schaller<sup>16)</sup> entwickelt und auf ihre Brauchbarkeit, besonders hinsichtlich Bearbeitbarkeit und Gefügestand, untersucht. Gleichzeitig prüfte er, ob die bei der Gasschmelzschweißung übliche große Wärmezufuhr auch für die Lichtbogenschweißung das geeignete Verfahren ist. Aus diesem Grunde wurden die Versuche mit zwei Elektrodendurchmessern durchgeführt. Umhüllungen aus Graphit, Zellulose und Wasserglas erwiesen sich als ungeeignet. Gute Ergebnisse wurden dagegen mit folgenden Umhüllungszusammensetzungen erzielt:

	Graphit %	Kalkstein %	Titan- säure %	Ferro- silizium %	Wasser- glas %	Wasser %
I	11,2	16,7	—	16,7	46,5	8,9
II	15,7	23,5	15,7	—	32,6	12,5

Bei geringer Wärmezufuhr trat in den meisten Fällen starke Porigkeit und ungleichmäßige Graphitverteilung auf, während bei hoher Wärmezufuhr vollkommen einwandfreie Nähte erzielt wurden.

Das Schweißen von Manganhartstahl ist wiederholt im Schrifttum behandelt worden. Trotzdem verdienen Angaben von K. L. Zeyen<sup>17)</sup> Beachtung, da er die Zusammenhänge zwischen den Schweißseigenschaften und dem Gefüge erläutert. Die vielfach verbreitete Ansicht, daß man mit Vorwärmung und hoher Wärmezufuhr schweißen soll, ist irrig, da alsdann spröde Nähte entstehen, weil hierdurch die Martensit- und Troostitbildung begünstigt wird. Bei kleinen Teilen kann man die Versprödung durch Abschrecken von 1050° wieder beseitigen; ist dies nicht möglich, so soll man mit der niedrigsten noch möglichen Stromstärke schweißen. Selbst die Anwendung von Manganhartstahl-Elektroden mit Zusatz von 5 % Ni können zwar die Schweißse selbst günstig beeinflussen, die Versprödung aber nicht ganz unterdrücken. Versuche, Stumpfschweißverbindungen an Manganhartstahl mit gleichem Zusatzwerkstoff herzustellen, führten zu einem negativen Ergebnis. Für diese Zwecke eignet sich eine auf Chrom-Nickel-Grundlage aufgebaute hochlegierte austenitische Elektrode, in manchen Fällen auch eine legierte Seelenelektrode.

H. B. Crockett und M. L. Begeman<sup>18)</sup> führten an einer Reihe von umhüllten Auftragschweißdrähten Vergleichsversuche durch, und zwar standen zur Verfügung: 1. ein weicher Schweißdraht, 2. ein Schweißdraht mit 0,85 % C, 3. ein Schweißdraht mit 4,5 bis 5,25 % Ni, 4. ein mit Chrom und Vanadin legierter Schweißdraht und 5. ein Sonderschweißdraht von besonders hoher Härte. Die Zusammensetzung der Schweißdrähte wird im einzelnen nicht mitgeteilt. Nach Auftragschweißung weicher Bleche von verschiedener Dicke wurden Zug-, Biege- und Härteuntersuchungen durchgeführt, die folgendes Ergebnis hatten. Mit zunehmender Wanddicke steigt die Härte, und zwar für je 6 mm um etwa 3 Rockwell-B-Einheiten. Oberhalb 80 Rockwell-B-Einheiten waren die Biegeproben etwas dehnfähiger als die Zerreißproben. Mit zunehmender Härte des Auftragswerkstoffs stieg der Härteeinfluß weiterer Schweißraupen. Die Haftfähigkeit hängt mit der Härte ziemlich zusammen, allerdings ist die Haftfähigkeit bei Zugbeanspruchung geringer als bei Biegebeanspruchung. Die Wirkung der Form des Grundwerkstoffs beeinflußt die Härte infolge des Wärmeabflusses verschieden. Die Stromstärke muß dem jeweiligen Schweißdraht genau angepaßt werden.

K. L. Zeyen<sup>19)</sup> stellte an Gasschmelz- und Lichtbogenschweißungen, die mit verschiedenen Arten von Zusatzwerkstoffen hergestellt worden waren, Vergleichsversuche mit verschiedenen Prüfverfahren zur Ermittlung der Verformungsfähigkeit an. Für den Kerbschlagversuch wurde in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungen des Berichterstatters festgestellt, daß die chemische Zusammensetzung für den Ausfall der Kerbschlagzähigkeit und den Wert des Glühens oder Normalglühens Auskunft gibt. Nur bei niedrigem Stickstoffgehalt verursacht eine Wärmebehandlung eine Erhöhung der Kerbschlagzähigkeit. Vergleiche nach dem Dorn- und Freibiegeversuch zeigten, daß mit letztem die günstigeren Werte erzielt werden. Die Schweißfestigkeit ist außer von der Güte der Verbindung in erster Linie von dem Formeinfluß abhängig.

<sup>11)</sup> Weld. J. 19 (1940) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 127/30.

<sup>12)</sup> Ebenda, S. 128.

<sup>13)</sup> Ebenda, S. 129/30.

<sup>14)</sup> Ebenda, S. 130/32.

<sup>15)</sup> Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 335/38.

<sup>16)</sup> Weld. J. 19 (1940) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 395/401.

<sup>17)</sup> Elektroschweißg. 11 (1940) S. 78/81.

<sup>18)</sup> Weld. J. 19 (1940) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 31/36.

<sup>19)</sup> Techn. Mitt. Krupp, B: Techn. Ber., 7 (1939) S. 96/120; Elektroschweißg. 10 (1939) S. 21/30, 67/74, 90/94.



Zwischen der Kerbschlagzähigkeit und der Dehnfähigkeit von Verbindungen bestehen Zusammenhänge, dagegen bietet der Faltversuch keinerlei Vergleichsmöglichkeiten.

J. W. Bolton und A. J. Smith<sup>20)</sup> untersuchten den Einfluß der Vorwärmung bei der Einlagenschweißung an Stählen mit wachsendem Kohlenstoffgehalt, zum Teil mit Zusätzen an Molybdän, Chrom und Nickel, in gegossenem und geschmiedetem oder gewalztem Zustand. Als Zusatzwerkstoff dienten zwei Zellulose enthaltende und eine rein mineralisch umhüllte Elektrode, die je nach Eignung des betreffenden Stahles auf zwei durch Bolzen verbundene verschiedene Werkstoffe von etwa 63 mm Dmr. in einer vorgedrehten Nut verschweißt wurden. Wenn auch den Versuchen durch die Anwendung von zwei Werkstoffen, verbunden durch eine Naht, infolge der verschiedenen Auflegierungseinflüsse des Grundwerkstoffes Mängel anhaften, so lassen sich aus ihnen doch bestimmte Rückschlüsse ziehen. Die Abschreckwirkung ist in erster Linie von der Größe des Querschnitts abhängig und zu Beginn der Schweißung besonders ausgeprägt. Die Vorwärmung durch die Schweißung selbst ergibt im Verlauf der Schweißung andere Abschreckbedingungen. Der Kohlenstoffgehalt wirkt sich bei den untersuchten Gehalten von 0,19 bis 0,41 % am stärksten in einer Härtung der Uebergangszone aus. Bis zu einem Gehalt von 0,20 % C kann ohne Vorwärmung geschweißt werden; bei 0,25 % C ist örtliche Vorwärmung zu Beginn der Schweißung zu empfehlen, während oberhalb dieses Gehaltes grundsätzlich vorgewärmt werden soll. In vielen Fällen (hier muß auf den Bericht selbst verwiesen werden) wurde durch diese Vorwärmung eine zum Teil starke Kornvergrößerung in der Uebergangszone festgestellt, die bei Stahlguß weniger ausgeprägt war als bei gewalztem Werkstoff. Gründe für diese Feststellung sind nicht ersichtlich. Molybdän verringert die Grobkornbildung etwas, während sie durch Zusatz von Chrom und Nickel fast vollständig unterbunden werden konnte. Mit Rücksicht auf die Grobkornbildung ist die Vorwärmtemperatur nicht höher zu wählen, als unbedingt erforderlich ist. Da in der Schweißtechnik die Schweißung in einer Lage selten angewendet wird, treten sowohl die Nachteile der Vorwärmung als auch die Härtung der Uebergangszone und ihre Auswirkung zurück. Bolton und Smith sind selbst der Ansicht, daß die obigen Ergebnisse bei Stählen ähnlicher Zusammensetzung nicht unbedingt die gleichen sein müssen.

Die Möglichkeit, Absperrventile für Dampfleitungen in geschweißter Ausführung herzustellen, wird von W. F. Crawford und L. H. Carr<sup>21)</sup> unter Berücksichtigung der in neuzeitlichen Anlagen vorhandenen Drücke und Temperaturen untersucht. Für diese Arbeitsbedingungen ist man gezwungen, zu legierten Stählen (Molybdän-, Chrom-Nickel-Molybdän- und Chrom-Molybdän-Stahl) überzugehen, die auch an den Schweißdraht erhöhte Anforderungen stellen. An einigen Beispielen wird die Schweißung derartiger Werkstücke erläutert. Für die Prüfung des Zusatzwerkstoffes, besonders der Härtungsbereiche und der Vorwärmtemperatur, wird eine Probe empfohlen, bei der in einem Block entsprechend dem Grundwerkstoff von 100×100×150 mm<sup>3</sup> ein Loch von etwa 25 bis 30 mm Dmr. und etwa 50 bis 60 mm Tiefe gebohrt wird und in das der Grundwerkstoff abgeschmolzen wird. Aus dem Verhalten, vor allem dem Auftreten von Rissen, werden auf die Eignung der Zusatzwerkstoffe Rückschlüsse gezogen. Beim Uebergang von kleinen Querschnitten zu größeren ist die Gefahr der Härtung besonders groß, und es ist zweckmäßig, unter ähnlichen Verhältnissen die Frage der Vorwärmung und der Schweißart durch Härtemessungen zu untersuchen.

Für das Auftragen von Schweißgut auf Ventilsitze wird ein Zusatzwerkstoff mit 55 bis 60 % Co, 27 bis 33 % Cr

<sup>20)</sup> Weld. J. 18 (1939) (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 398/417.

<sup>21)</sup> Ebenda, S. 713/22.

und 3 bis 6 % W empfohlen. Dieser Zusatzwerkstoff ergibt Festigkeitseigenschaften, die den üblichen legierten Kesselwerkstoffen bei der Arbeitstemperatur überlegen und bei Raumtemperatur nur wenig geringer sind; er hat gleichzeitig eine gute Wechselfestigkeit und ist gegenüber Stellt und ähnlichen Legierungen dadurch überlegen, daß er mit spanabhebenden Werkzeugen zu bearbeiten ist. Der Auftragwerkstoff hat außerdem gute Haftfähigkeit, wenn er gasgeschweißt wird. Da die Legierung keinen Umwandlungspunkt hat, ist beim Auftragen von Stahl besondere Vorsicht bei der Abkühlung in der Nähe von Ar<sub>3</sub> und Ar<sub>1</sub> geboten. Aus dem gleichen Grunde sind Luft härter oder austenitische Stähle als Grundwerkstoff unzuweckmäßig.

Wilhelm Lohmann.

[Fortsetzung folgt.]

## Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

### Versuche zur elektrolytischen Abscheidung des Mangans aus Manganchloridlösungen.

Für die elektrolytische Abscheidung von Mangan aus Manganchloridlösungen benutzten Gustav Thanheiser † und Reinhard Hubold<sup>1)</sup> eine Einrichtung, bei der Anoden- und Kathodenraum durch ein Diaphragma voneinander getrennt waren. Die Anode bestand aus Graphit, die Kathode aus einem nichtrostenden Stahlblech (8 % Ni, 18 % Cr) oder einem Kupferblech. Sie war dicht an die Mantelfläche eines Zylinders gelegt, um einen unerwünschten Stromdurchgang auf der Rückseite zu verhindern. Der Elektrolyt konnte durch einen Rührer bewegt werden.

Die Abscheidungsversuche erstreckten sich auf die Anwendung reiner Manganchloridlösungen und solcher mit einem Zusatz von Ammoniumchlorid. Die reinen Manganchloridbäder nahmen schon kurz nach Beginn der Elektrolyse eine Braunfärbung an, die sich zu einem Niederschlag auf dem Boden des Gefäßes verdichtete; die kathodischen Abscheidungen waren braune, blättrige Schichten von nichtmetallischem Aussehen und verhältnismäßig niedrigem Mangengehalt. Wurde der Manganchloridlösung Ammoniumchlorid zugefügt, so waren die Ergebnisse wesentlich günstiger, wobei sich ergab, daß die Abscheidungen mit steigendem Gehalt des Bades an Ammoniumchlorid einen mehr und mehr metallischen Charakter annahmen. Die Konzentration des Ammoniumchlorids war hierbei von größerer Bedeutung als die des Manganchlorids, sowohl für die Beständigkeit der Bäder als auch für die Stromausbeute. Während der Elektrolyse wurde der anfangs neutrale Katholyt sauer, so daß zur Neutralisation fortlaufend Ammoniumchlorid zugefügt werden mußte.

Für ein günstiges Ergebnis der Manganabscheidung war ferner eine Bewegung des Bades wichtig. Die durch den entwickelten Wasserstoff oder durch Einleiten eines kräftigen Stickstoffstromes hervorgerufene Umwälzung der Flüssigkeit hatte keinen maßgeblichen Einfluß; mit Anwendung eines Rührers war jedoch nach Erreichen einer gewissen Rührergeschwindigkeit ein steigend günstiges Ergebnis verbunden.

Mitunter schied sich das Mangan hart und brüchig, mitunter weich und dehnbar ab; im zweiten Falle wurde der Niederschlag beim Lagern äußerst spröde.

Versuche, die unter Weglassen eines Diaphragmas ausgeführt wurden, hatten kein befriedigendes Ergebnis, weil der Elektrolyt bald verdarb.

Der Kathodenwerkstoff schien ohne Einfluß auf die Abscheidungsvorgänge zu sein, dagegen waren Gefüge und Oberflächenbeschaffenheit für die Ausbildung des Manganniederschlages von Bedeutung.

Heinrich Ploum.

<sup>1)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 23 (1941) Lfg. 1, S. 1/19.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 22 vom 29. Mai 1941.)

Kl. 7 a, Gr. 7, Sch 112 470. Für kontinuierliche Rohrreduzierwalzwerke bestimmtes Universalwalzwerk. Erf.: Ernst Wolff, Düsseldorf-Oberkassel, und Alfred Breuer, Düsseldorf. Anm.: Schloemann A.-G., Düsseldorf.

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

Kl. 7 a, Gr. 7, Sch 117 734. Vorrichtung zur axialen Einstellung fliegend angeordneter Walzen von Walzwerken, insbesondere von Universalwalzwerken. Erf.: Ernst Wolff, Düsseldorf. Anm.: Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 19, W 102 105; Zus. z. Pat. 690 134. Profilwalze mit auf einen Teil des Umfangs sich erstreckendem Kaliber, insbesondere für Walzwerke. Erf.: Karl Wolters, Düsseldorf-Oberkassel. Anm.: Rohde & Dörrenberg, Düsseldorf-Oberkassel.

Kl. 7 a, Gr. 22/03, Sch 116 989. Befestigung der Verschleißleisten an den Ständerfenstern von Walzgerüsten. Erf.:

Louis Frielinghaus, Düsseldorf. Anm.: Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 26/04, K 150 564. Antrieb für die Querrördermittel (Schlepper) bei Walzgutkühlbetten. Erf.: Dipl.-Ing. Kurt Rosenbaum, Rheinhausen. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 c, Gr. 1, W 105 669. Blechrichtmaschine. Erf.: Ernst Herfel, Dortmund. Anm.: Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund.

Kl. 18 a, Gr. 3, T 49 276. Verfahren zum Herstellen von Roheisen, insbesondere von Thomasroheisen. Erf.: Dr. Franz Bartscherer, Dr. Walter Eichholz, Dr. Eduard Herzog, Duisburg-Hamborn, und Eduard Schieggries, Duisburg-Meiderich. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Duisburg-Hamborn.

Kl. 18 a, Gr. 6/01, L 99 543. Steuerung für die selbsttätige Beschickung von Hochöfen. Erf.: Dipl.-Ing. Johannes Renker, Berlin-Pankow, und Dipl.-Ing. Georg Lauffs, Berlin-Karlshorst. Anm.: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 18 a, Gr. 6/01, R 105 978. Verfahren zum Betriebe eines drehbaren Fülltrichters. Erf.: Dipl.-Ing. Fritz Schuster, Winz b. Hattingen (Ruhr). Anm.: Ruhrstahl-A.-G., Witten (Ruhr).

Kl. 18 a, Gr. 14, D 81 784; Zus. z. Pat. 663 307. Vorrichtung zum Einsetzen von Füllsteinen in das Gitterwerk von Wärmespeichern, insbesondere Winderhitzern. Erf.: Friedrich Meier, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 b, Gr. 22/04, R 400 732; Zus. z. Pat. 697 839. Verfahren zur fortlaufenden Herstellung von Thomasstahl. Erf.: Dr. Hermann Röchling, Völklingen (Saar.) Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 18 c, Gr. 9/01, R 108 694. Beheizungsverfahren für Industrieöfen. Erf.: Otto Uehlendahl, Stuttgart, Anm.: Firma Wilhelm Ruppman, Stuttgart.

Kl. 18 c, Gr. 13, D 83 590. Verfahren zur Gütesteigerung von Stahlröhren, die im Warmzieh- oder Reduzierverfahren weiterverarbeitet werden. Erf.: Johann Peters, Düsseldorf-Eller. Anm.: Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 18 c, Gr. 14, C 49 395. Verfahren zur Verbesserung der Eigenschaften von Transformatoren- oder Dynamoblechen aus warmgewalztem Siliziumstahl. The Cold Metal Process Company, Youngstown, Ohio (V. St. A.).

Kl. 18 d, Gr. 2/40, V 35 863. Verwendung eines Verbundwerkstoffes für Gegenstände, die einem Korrosionsangriff ausgesetzt sind. Erf.: Dr. Paul Brenner, Hannover-Kleefeld. Anm.: Vereinigte Leichtmetall-Werke, G. m. b. H., Hannover-Linden.

Kl. 21 h, Gr. 18/15, K 148 575. Hochfrequenzschmelzofen. Erf.: Dr. phil. Fritz Hartmann, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 31 c, Gr. 10/04, D 83 247. Verfahren zur Verminderung von nichtmetallischen Einschlüssen im Stahl. Erf.: Dr. Hubert Grewe, Dortmund-Hörde, und Dr. Rüdiger Rückert, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 31 c, Gr. 27/03, G 101 046. Gießwagen. Erf.: Karl Damen, Oberhausen-Sterkrade. Anm.: Gutehoffnungshütte Oberhausen, A.-G., Oberhausen.

Kl. 40 b, Gr. 17, K 131 734. Gesinterte harte Metallegierungen für Arbeitsgeräte und Werkzeuge. Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 40 b, Gr. 17, P 76 555. Hartlegierung. Erf.: Dr. Walther Dawihl, Kohlhasenbrück, Post Potsdam-Neubabelsberg, und Karl Schröter, Berlin. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 40 d, Gr. 1/65, S 141 121; Zus. z. Anm.: S 137 624. Glühverfahren zur Erzielung der Rekristallisation bei Eisen-Nickel-Kupfer-Legierungen. Erf.: Dr.-Ing. Hellmut Bumm, Berlin-Dahlem, und Dr. rer. nat. Horst-Guido Müller, Berlin. Anm.: Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 42 k, Gr. 20/02, M 144 345. Dauerschwingungsprüfmaschine, die über ein elektrisches gittergesteuertes Dampfentladungsgefäß unter Benutzung einer vom Prüfstab beeinflussten Lichtzelle angetrieben wird. Erf.: Dipl.-Ing. Ludwig Lehnert, Nürnberg. Anm.: Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Nürnberg.

Kl. 48 d, Gr. 5, R 405 814. Korrosionsschutz bei Verbindung von Metallteilen mit stark voneinander abweichendem elektrischem Lösungspotential. Erf.: Alfred Hilpert, Düsseldorf. Anm.: Rheinmetall-Borsig, A.-G., Berlin.

Kl. 49 h, Gr. 22, M 136 223. Rollenrichtmaschine zum Richten von Schienen. Maschinen- u. Bohrgerätefabrik Alfred Wirth & Co., Komm.-Ges., Erkelenz (Rhld.).

Kl. 49 k, Gr. 6, K 152 100. Verfahren zur Herstellung von geschweißten Stegkettengliedern, bei denen der Steg fest mit dem Gliede verbunden ist. Erf.: Dr.-Ing. Wilhelm Püngel, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

## Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 22 vom 29. Mai 1941.)

Kl. 48 b, Nr. 1 502 565. Zahnrad für Verzinnungs-, Verzinkungs- und ähnliche Maschine. Bandisenwalzwerke, A.-G., Dinslaken a. Ndrh.

## Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 b, Gr. 1<sup>02</sup>, Nr. 701 466, vom 22. Juni 1937; ausgegeben am 16. Januar 1941. Deutsche Eisenwerke, A.-G., in Mülheim, Ruhr. (Erfinder: Karl Lauer in Gelsenkirchen.) *Verfahren zum Herstellen von Gußeisen im Gießereischachtofen.*

Unter Beibehalten der etwa für das Umschmelzen von Grauguß üblichen Koksmengen wird kohlenstoffarmes Eisen, z. B. Schmiedeeisen- oder Stahlschrott, ganz oder nur zum Teil in Gestalt von Wolle oder in ähnlich großoberflächiger und geringerschichtiger Gestalt in möglichst lockerem Zustand als zusätzlicher Wärmeträger, zweckmäßigerweise zusammen mit dem Satzkoks und mit diesem vermischt, aufgegeben.

# Wirtschaftliche Rundschau.

## Leistungsgemeinschaft.

„Leistungsgemeinschaft und Eigenverantwortung im Bereich der nationalen Arbeit und Grundgedanken über eine Neuordnung der deutschen Lohnpolitik“ ist der nicht leicht einprägsame Titel einer Schrift, die der Direktor des Instituts für Arbeitspolitik an der Universität Köln, Dr. Franz Horsten, zu Beginn des Jahres 1941 der Öffentlichkeit vorlegte<sup>1)</sup>.

„Gedanken über die nationalsozialistische Leistungsauslese“ veröffentlichte der gleiche Verfasser in seiner gleichnamigen Schrift vom September 1937.

Der Widerhall, den die damalige Arbeit unter dem Grundgedanken „Der Arbeiter bestimmt selbst seinen Lohn“ in der Kritik gefunden hat, ist der Anstoß zu der neuen Untersuchung. „Kritisches zur nationalsozialistischen Leistungsauslese“ ist daher auch Titel und Inhalt des ersten Teils der neuen Schrift, die zu einer Vertiefung der Grundgedanken führen soll.

Diese Grundgedanken werden kurz gefaßt und planmäßig wiedergegeben. „Nicht darauf kommt es an, was der einzelne tut, sondern aus welcher Gesinnung er es tut.“ Horsten zweifelt nicht daran, daß innerhalb der Erfolgsgemeinschaft der opferbereite Einsatzwille besteht und auch echte völkische Leistung vollbracht wird. Dagegen konnte nach seiner Auffassung beim Unternehmer von einer solchen, wenigstens gefühlsmäßigen

Bereitschaft zum Leistungsgedanken leider in entsprechendem Umfange noch nicht die Rede sein. Praktische Beispiele beweisen erfreulicherweise das Gegenteil. Fälle nicht böswilliger, aber denkmüder Gleichgültigkeit wird es sowohl bei den mit der Aufgabe des Betriebsführers Betrauten als auch bei den Gefolgschaftsmitgliedern geben. Der Aufruf zur Leistungsfreudigkeit und Verantwortungsfreudigkeit hat sich an alle Volksgenossen zu richten.

Daß dieser Aufruf gerade jetzt im Kriege freudig befolgt wird, ist für uns alle stolzes Erlebnis. Es entbindet uns aber nicht von der Verpflichtung, die Eigenverantwortung des deutschen Menschen in seiner Arbeit weiter zu überprüfen. Dies geschieht im zweiten Teil der Schrift, wobei es dem Verfasser zunächst darauf ankommt, den tatsächlichen Zustand zu erkennen und kritisch zu beleuchten.

Unternehmer und Arbeiter werden als zwei Gruppen mit völlig entgegengesetzter weltanschaulicher Auffassung bezeichnet, die deshalb auch zur Erfüllung der neuen Aufgaben ganz verschiedene Widerstände zu überwinden haben. Der zugegeben überspitzten Zeichnung des Gesamtbildes des bisherigen Unternehmers möchte man allerdings einen Ausspruch von Georg v. Siemens entgegenhalten: „Man verdient nur dann mit Sicherheit auf die Dauer viel Geld, wenn man die großen nationalen und ideellen Gesichtspunkte zu den seinigen macht und sein Interesse mit dem allgemeinen identifiziert.“

<sup>1)</sup> Würzburg-Aumühle: Konrad Tritsch 1941. (170 S.) 4,20 RM.

Beim Lebensbild des Arbeiters werden ebenfalls Widerstände besonderer Art aufgezeigt, die ihn bisher als Typus beherrschen: Das innere Ungenügen, ein vergebliches Drängen nach eigener Unabhängigkeit, seine unabänderliche Verbindung mit dem proletarischen Gesamtschicksal usw. Mit diesen inneren und äußeren Widerständen mußte auch der deutsche Arbeiter ringen, als er sich mit dem Unternehmer vor eine gemeinsame Aufgabe völkisch-sittlicher Art gestellt sah. Diese Aufgabe heißt: „Verwirklichung der Gemeinschaft auch im Alltag des bisherigen Arbeitslebens.“ Daß auch hierbei Spannungen entstanden sind und weiter entstehen können, ist dem Verfasser zuzugeben. Nur in echter Betriebsgemeinschaft ist ihre Überwindung möglich.

Der Verfasser betont, daß echte Gemeinschaft nur durch Freiheit des eigenen, verantwortlichen Willensentschlusses gestaltet werde. „Diesem Gedanken der Verantwortung liegt aber jene Lebenskraft zu Grunde, die Lagarde als die springende Feder des Lebens bezeichnet, das Selbstbewußtsein. Einzige Voraussetzung für die Freiheit des Arbeitsmenschen ist daher, ihm den Weg der eigenen Verantwortlichkeit zu eröffnen.“ Hierbei will natürlich auch der Verfasser das Rad der Geschichte keineswegs zurückdrehen und etwa die Fabrikarbeit beseitigen. Er will vielmehr aus dem heutigen Zustand der Fabrikarbeit nur alles ausmerzen, was das Selbstvertrauen, das Ehrbewußtsein und den Stolz als deutsche Menschen unterdrückt hat. „Erfüllt mit der eigenen Verantwortung am Werk, kann der deutsche Arbeitsmensch Betriebsgemeinschaft mitgestalten.“ So rechtfertigt sich die Ueberschrift des zweiten Teiles: „Durch Eigenverantwortung zur betrieblichen Leistungsgemeinschaft.“

Im dritten Teil seiner lesenswerten Schrift zeichnet Horsten den Weg, der durch Eigenverantwortung von der betrieblichen zur völkischen Leistungsgemeinschaft führt. Durch die maßgebende Betonung der Eigenverantwortlichkeit wird in das ganze Arbeitsleben ein Grundzug völkisch-sittlicher Haltung kommen, die die Gestaltung einer echten Lebens- und Leistungsgemeinschaft ermöglicht.

Mit Lohn oder Lohnpolitik hat die nationalsozialistische Leistungsauslese zunächst nichts zu tun, und doch trägt die Schrift den Untertitel: „Grundgedanken über eine Neuordnung der deutschen Lohnpolitik.“ Mit Recht. Wenn der Grundsatz der sozialistischen Gerechtigkeit in allen Bereichen des völkischen Lebens zur Geltung kommen soll, dann erhält die gerade für den Bereich der abhängigen Arbeit maßgebliche Lohnpolitik „die verpflichtende Aufgabe, in allen ihren Maßnahmen nur sinnvoller Ausdruck der sozialistischen Gerechtigkeit zu sein.“

Die Grundzüge der deutschen Lohnpolitik seit 1933 werden in einem besonderen Abschnitt dargestellt. Das Gesetz zur Ordnung der nationalen Arbeit wollte, indem es das programmatische Schwergewicht in die Betriebsordnung verlegte, den Boden für eine verständnisvolle Zusammenarbeit im Betrieb vorbereiten und die durch das bisherige Tarif- und Schlichtungsverfahren stark beeinträchtigte Selbstverantwortlichkeit der am gleichen Werk beteiligten Menschen wiederherstellen. „Die praktische Durchführung der Gesetzesnorm ist ganz anders gegangen und mußte ganz anders gehen, weil der Appell der Freiwilligkeit durch den Zwang und das Schema der Tarifordnung erdrückt wurde.“

Auch die Aufgabe „Lohn und Brot im Gleichgewicht zu halten“ wird richtig gesehen und die sich aus ihm ergebende immer stärkere Bindung der Beteiligten durch die überbetrieb-

lichen amtlichen Stellen ausführlich geschildert. Die Schilderung der durch eine zu starke amtliche Bindung entstehenden Gefahren für eine lebendige Gestaltung nationalsozialistischer Lohnpolitik führt zu Vorschlägen über deren grundsätzliche Neuordnung, die nur in einer „Synthese von Eigenverantwortung und Bindung“ gefunden werden können.

Alles deutet darauf hin, daß wir nach dem Kriege auch in dieser Frage an einem entscheidenden Wendepunkt stehen. Schon im Jahre 1939 wurde der Regellohn als Aenderungsvorschlag zur deutschen Lohnpolitik befürwortet. In ihm sieht Horsten mit Recht keinen geeigneten Weg. Der Vorschlag gibt ihm im Gegenteil wegen seines grundsätzlichen und praktischen Inhalts zu den schwersten Bedenken Anlaß.

Man muß dem Verfasser hierin zustimmen, wie man auch weiter seine hinsichtlich einer vorläufigen Behandlung der Frage geäußerten Bedenken teilen wird. Heutige Aufgabe kann nur sein, Vorarbeit zu leisten für eine grundsätzliche Neuordnung nach siegreicher Beendigung des Krieges.

Daß man dabei mit den drei Lohngruppen des Ungelernten, des Angelernten und des Gelernten (die Unterteilung nach gelernter Arbeit und Facharbeit auf S. 126 ist wohl nur ein Druckfehler) tariflich nicht auskommen kann, scheint allgemeine Meinung bei den amtlichen Stellen und den Stellen der DAF. zu sein.

Horsten will die Starrheit der bisherigen Lohnordnung dadurch auflockern, daß er auf einem nach ganz neuen Gesichtspunkten errechneten einheitlichen und allgemeingültigen biologischen Grundlohn den persönlichen Verdienst des einzelnen Arbeiters nach seiner persönlichen Leistung aufbaut. Hierbei verweist er auf die entsprechenden Vorarbeiten des Fachamtes Eisen und Metall der DAF., bei denen in einem Gefüge von Leistungsgruppen die Arbeiten nach Schwierigkeitsgraden geordnet werden.

Eine vollständige Wiedergabe der Gedanken des Verfassers würde hier zu weit führen, Einzelheiten dagegen könnten zu falschen Schlüssen führen. Man muß das Buch selbst lesen, wenn man die Vorschläge würdigen und sich mit ihnen auseinandersetzen will. Nur so viel sei gesagt: Praktische Versuche mit den Leistungsgruppen haben die Notwendigkeit ihrer Verfeinerung ergeben. Die Möglichkeiten einer solchen Verfeinerung werden zur Zeit in vorbildlicher Gemeinschaftsarbeit überprüft.

Eine solche Gemeinschaftsarbeit will auch der Verfasser. Sehr erfreulich ist die bejahende Einstellung zu der organisierten Selbstverantwortung = wirtschaftliche Selbstverwaltung und die hierfür gegebene klare Abgrenzung in Unterscheidung von der Eigenverantwortung. „Eigenverantwortung ist die persönliche Freiheit des einzelnen gegenüber der völkischen Aufgabe, Selbstverantwortung die Erfüllung einer völkischen Aufgabe durch eine Gruppe von beteiligten Personen, die hierzu organisatorisch von der Führung der Gemeinschaft besonders zusammengeschlossen sind.“ Ersparnisse an menschlicher und geldlicher Kraft würden das Ergebnis sein, wenn der Vorschlag des Verfassers Wirklichkeit würde, die organisierte Selbstverwaltung stärker als bisher zu den entsprechenden Aufgaben heranzuziehen. Die Organisationen „dürfen nicht nur organisierte Gebilde mit mehr oder weniger theoretischen Aufgaben bleiben, sondern müssen ständig durch immer neue praktische Aufgaben mit lebendigem Inhalt erfüllt werden“. Die bedeutungsvolle Frage — kollektive Reglementierung oder eigenverantwortliche Gestaltung — würde so in letzterem Sinne entschieden.

Max Lobeck.

## Vom belgischen Kohlen- und Eisenmarkt.

Der Kohlenmarkt wurde in seiner Entwicklung durch die Schwierigkeiten im Verkehrswesen und bei der Förderung gehemmt. Der Auftragsbestand hielt sich auf beträchtlicher Höhe. Anzeichen einer Förderzunahme waren nur im Limburger Becken festzustellen. Das Fehlen von Facharbeitern und das Nachlassen der Leistung des einzelnen Arbeiters, insbesondere des Hauers, bilden die Gründe für die verminderte Förderung. Die zur Verfügung stehenden Mengen reichten deshalb zur Deckung des Bedarfes nicht aus. Die Versorgung der Privatkundschaft gestaltete sich noch schwieriger dadurch, daß bestimmte Verbraucherkreise bevorzugt beliefert werden mußten. Der Versand auf dem Wasserweg verlief normaler, vermochte aber nicht allen Ansprüchen gerecht zu werden. Nach der Kohlenart fragt man nicht mehr, sondern man nimmt, was sich bietet. Verschiedene Zechen ziehen aus dieser Tatsache guten Nutzen, doch ist das die Ausnahme. Hausbrandkohle, Anthrazit und Kohlen besonderer Güte sind fast unerhältlich. Nach Industriekohle, namentlich nach Kokskohle, bestand bei der Hüttenindustrie starke Nachfrage. Preßkohlen werden ausschließlich für die

Eisenbahn hergestellt. Die Hüttenbetriebe, die Gas- und Elektrizitätswerke, die Zementfabriken, die Glashütten und die Brikettieranlagen hatten fortgesetzt starken Bedarf an allen Sorten, namentlich an Fettkohlen. Die ausgeführten Mengen blieben unverändert.

Die Eisenindustrie arbeitete zu etwa 50 % ihrer normalen Beschäftigung, was unter den gegenwärtigen Umständen noch als zufriedenstellend angesprochen werden kann, für die Mehrzahl der Werke allerdings wenig wirtschaftlich ist. Die neue Festlegung des inländischen Kontingents auf 150 000 t für drei Monate und die bessere Verteilung der Rohstoffe ist in industriellen Kreisen günstig aufgenommen worden. Die neuen Bestimmungen dürften eine regelmäßige Beschäftigung zur Folge haben.

Der Umfang des Ausfuhrgeschäftes blieb unverändert. Eisenerze kamen bei den Werken in zufriedenstellenden Mengen an. Die Kohlen- und Koksversorgung blieb dagegen schwierig und hatte Unregelmäßigkeiten in der Erzeugung zur Folge. Die Sonderbetriebe — Gießereien, Röhrenwerke, Konstruk-

tionswerkstätten und andere — verfügten nach wie vor über einen guten Auftragsbestand. Die Inlandsnachfrage stammte aus den alten Quellen: dem nationalen Wiederaufbau, dem Verkehr und dem Bauwesen. Sie fand ihre Befriedigung in den Grenzen der bewilligten Mengen. Die Versorgung der Konstruktionswerkstätten und der beteiligten Hüttenwerke vollzog sich regelmäßig; es wurde Vorsorge getroffen, auch die kleine Verbraucherindustrie besser zu beliefern. Ein Wirtschaftsvertrag mit der russischen Regierung sieht die Lieferung von Maschinen und Walzwerks-Fertigerzeugnissen vor gegen Getreide und verschiedene andere Nahrungsmittel. Nur wenige Werke können gegenwärtig mit einer wirtschaftlich lohnenden Beschäftigung rechnen, zumal da die am 10. Mai 1940 gültigen Preise noch jetzt angewendet werden. Für die Sonderbetriebe sind die Verhältnisse günstiger, da diese aus den umfangreichen Arbeiten für den Wiederaufbau des Landes Nutzen ziehen.

Im Inlande fand die Versorgung der kleinen Handwerksbetriebe ihre Lösung. Sie erfolgt künftighin durch den Eisengroßhandel, wobei der Eisenhändler neben seiner kaufmännischen Tätigkeit eine amtliche als Verteiler auszuüben hat. Die Eisenhändler sind provinzweise zusammengefaßt und werden von einem Provinzialdirektor geleitet, der wiederum unmittelbar dem Zentralamt für Eisen und Stahl untersteht. Die Handwerker, die Hufschmiede, die Eisenhandlungen und überhaupt alle die, die für ihre örtliche Arbeit Eisen und Stahl in geringen Mengen verbrauchen, wurden aufgefordert, der einen oder anderen bereits vorhandenen Berufsgruppe beizutreten, auf die sie ihre Beschäftigung hinweist. Die Handwerker erhalten Gutscheine je nach ihrem Bedarf. Gegen Rückgabe dieser Gutscheine erhalten

sie vom Eisenhändler ihre Ware. Der Eisenhändler selbst deckt sich wieder ein, indem er die Gutscheine dem Provinzialleiter vorlegt. Durch die Einführung der Gutscheine hofft man binnen kurzem den genauen Bedarf der Handwerker in jedem Bezirk und in jeder Provinz kennenzulernen. Die Versorgung soll dann in einem gewissen Verhältnis zur Einwohnerzahl gedeckt werden.

Ende April zeigte der Eisenmarkt keine Änderungen. Durch die Aufstellung der Kontingente erreicht man gegenwärtig eine möglichst gleichmäßige Verteilung der von den deutschen Behörden dem belgischen Markt für seine inländischen Bedürfnisse zur Verfügung gestellten Mengen. Gleichzeitig vermeidet man voreilige oder spekulative Käufe gewisser Verbraucherkreise auf Kosten anderer. Unter den Verbrauchern hat es sich als nötig herausgestellt, das Bezugsrecht abzustufen. Das einer Gruppe zugebilligte Kontingent stellt jetzt für diese ein dreimonatiges Kaufrecht dar, das sie unter ihre Mitglieder verteilt. Nichtsdestoweniger behält die „Sybelac“, die der Besetzungsbehörde und den belgischen Amtsstellen (Zentralamt für Eisen und Stahl) verantwortlich ist, die Aufsicht über die Lieferungen. Sie kann Aufträge, die ihr vorgelegt werden, zurückweisen, wenn sie der Ansicht ist, daß das Geschäft nicht dem Geiste entspricht, unter dem die Anordnungen getroffen worden sind.

Die Versorgung mit Brennstoffen blieb unregelmäßig trotz dem Verfahren der Vorzugsbelieferungen. Die Konstruktionswerkstätten waren weiter gut mit Aufträgen versehen, ebenso die Betriebe für rollendes Eisenbahnzeug und die Brückenbauanstalten. Demgegenüber hatten die Gießereien und Röhrenwerke unter gewissen Schwierigkeiten der Versorgung mit Roh-eisen, insbesondere mit französischem Hämatit, zu leiden.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Fachausschüsse.

##### Eisenhütte Südwest,

Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Mittwoch, den 11. Juni 1941, 15.30 Uhr findet in der Handwerkskammer zu Saarbrücken, Hohenzollernstr. 47, eine

#### Sitzung des Fachausschusses „Hochofen“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Der Stand der Möllervorbereitung auf deutschen Eisenhüttenwerken. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Guthmann, Düsseldorf.
2. Die Möglichkeiten der Leistungssteigerung im Hochofenbetrieb des Minettebezirkes. Berichterstatter: Hüttendirektor a. D. M. Zillgen, Gießen.
3. Verschiedenes.

##### Eisenhütte Oberschlesien,

Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Donnerstag, den 12. Juni 1941, 16 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Kasinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg (O.-S.), die

#### 48. Sitzung des Fachausschusses „Stahlwerk und Werkstoff“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Die Entwicklung der Herdfrischverfahren in Witkowitz. Berichterstatter: Betriebsdirektor Dipl.-Ing. A. Rotter, Witkowitz.
2. Aussprache über Fragen der Stoffwirtschaft.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

<i>Berve, Adolf</i> , Dipl.-Ing., Hüttendirektor, Vorstandsmitglied der Deutschen Eisenwerke A.-G., Mülheim (Ruhr); Wohnung: Essen, Moltkestr. 44.	23 009
<i>Böhler, Albert</i> , Dr.-Ing., Betriebsassistent, Enzesfelder Metallwerke A.-G., Abt. Leichtmetall, Leobersdorf (Niederdonau), Postfach.	38 216
<i>Brandes, Paul</i> , Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Bliersheimer Str. 86.	24 009
<i>Fischer, Hans</i> , Dr.-Ing., Staatl. Ingenieurschule, Außig (Sudetenland); Wohnung: Außig-Kleische II (Sudetenland), Mozartstraße 16.	37 103
<i>Hönig, Hans</i> , Direktor, Edelstahlwerke J. C. Söding & Halbach, Hagen (Westf.); Wohnung: Wittekindstr. 33.	15 011
<i>Knaebel, Friedrich</i> , Betriebsdirektor, Geschäftsführer, Röhrenwerk Hilden G. m. b. H., Hilden; Wohnung: Schlageterstr. 29.	18 055
<i>Raabe, Karl</i> , Dipl.-Ing., Generaldirektor, Vorsitzender des Vorstandes der Rombacher Hüttenwerke G. m. b. H., Rombach (Lothringen); Wohnung: Hüttenkasino.	09 061
<i>Rohland, Walter</i> , Dr.-Ing., Vorstandsmitglied der Verein. Stahlwerke A.-G., Düsseldorf; Wohnung: Krefeld, Vlyuner Platz 6.	22 150.
<i>Sidan, Hubert</i> , Ingenieur, Betriebsleiter, Gebr. Böhler & Co. A.-G., Kapfenberg (Steiermark); Wohnung: Mariazeller Str. 37.	39 149
<i>Stelbrink, Franz</i> , Ingenieur, Leiter des Techn. Büros der Neubau-Abt. der Deutschen Edelstahlwerke A.-G., Krefeld; Wohnung: Wilhelmshofallee 60.	37 428
<i>Weyel, Arthur</i> , Dr.-Ing., Direktor, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Gelsenkirchen-Schalke, Grillostr. 62.	22 205

## Vortragstagung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute

in Düsseldorf am Sonnabend, dem 28. Juni 1941, 10.15 Uhr, im Europapalast-Theater, Graf-Adolf-Str. 44.

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Die wissenschaftlichen und technischen Grundlagen der Sintermetallurgie. Berichterstatter: Dr. Walter Dawihl, Berlin.
3. Formgebung und Werkstoffausnutzung. Berichterstatter: Dr.-Ing. habil. Ernst Lehr, Augsburg.
4. Forderungen der Wehrmacht an die vormilitärische Erziehung der deutschen Jugend. Berichterstatter: Generalmajor Frießner, Inspekteur des Erziehungs- und Bildungswesens des Heeres, Berlin.

**Gemeinsames Eintopfen** um 13.45 Uhr in der Städtischen Tonhalle, Schadowstraße (Preis des trockenen Gedecks 1,20 *R.M.*; 50 g Fleischmarken, 10 g Fettmarken, 50 g Brotmarken). Anmeldungen auf Grund der gesondert eingehenden Einladung sind verbindlich.