

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 24

14. JUNI 1934

54. JAHRGANG

Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogen-Elektrostahl-Oefen.

Von Edmund Pakulla und Karl Rudnik in Krefeld*).

(Mitteilung aus dem Stahlwerk der „Deutsche Edelstahlwerke A.-G.“, Krefeld.)

(Bericht Nr. 278 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute†).)

(Festlegung des Begriffes „Abbrand“. Relativer und absoluter Abbrand. Abbrandvorgänge während des Einschmelzens, Kochens und Feinens. Einfluß der chemischen Zusammensetzung der Einschmelz- und Fertigschlacken. Aufsaugvermögen des Herdes. Begriff der Herdberichtigung. Abbrandzahlen von Wolfram, Molybdän, Vanadin, Chrom, Mangan, Nickel und Kobalt. Schnelldrehstahl und komplexe Legierungen. Vergleich der ermittelten Streugrenzen mit der zulässigen Streuung auf Grund der Analysenvorschrift.)

Die Wirtschaftlichkeit eines jeden metallurgischen Verfahrens wird neben anderen Umständen wesentlich durch den Abbrand beeinflusst. Die Kenntnis der Größe dieses Einflusses ist nicht nur für die vorherige Errechnung der Gesteigungskosten, sondern auch für den Betriebsmann wegen der Treffsicherheit der Endzusammensetzung des Stahles von besonderer Wichtigkeit. Eindeutige zahlenmäßige Unterlagen über Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogenöfen sind im Fachschrifttum kaum anzutreffen. W. Oertel und A. Grützner¹⁾ machen einige allgemeine Angaben über Abbrandzahlen von Legierungen bei der Herstellung von Schnelldrehstählen. Dabei beeinflussen die bei der Erzeugung von Edelstählen verwendeten Legierungszusätze die Einsatzkosten derart stark, daß es zweifellos lohnend erscheint, zu versuchen, in die zum Teil noch unbekannteren Vorgänge der Abbrandverhältnisse in basischen Lichtbogenöfen hineinzuleuchten.

Unter dem Begriff „Abbrand“ werden im vorliegenden Bericht die Verluste an metallischem Einsatz verstanden, die einzig und allein durch das metallurgische Verfahren bedingt werden. Weiter ist bei dem Abbrand zu unterscheiden zwischen relativem und absolutem Abbrand. Bedeutet bei den nachstehenden Betrachtungen

E = errechnete Einsatzanalyse in %,

F = Fertiganalyse in %,

R = relativer Abbrand in %,

A = absoluter Abbrand in %,

η = Quotient aus Ausbringen (Gewicht des flüssigen Pfanneninhaltes) und Einsatzgewicht,

G = Metallgewichtsverlust in kg/t Einsatz,

so ergeben sich folgende Beziehungen:

$$R = \frac{E - F}{E} \cdot 100. \quad (1)$$

*) Auszug aus der gleichnamigen, von der Technischen Hochschule Berlin genehmigten Dr.-Ing.-Dissertation von Karl Rudnik (1932). — †) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für Elektrostahlbetrieb am 16. März 1934 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ W. Oertel und A. Grützner: Die Schnelldrehstähle (Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1931) S. 22/23.

R ergibt also den relativen Abbrand, der aus dem Unterschied zwischen Einsatz- und Fertiganalyse ermittelt wird und von wesentlicher Bedeutung für die Treffsicherheit der vorgeschriebenen Endzusammensetzung des Stahlbades ist. Ein weiterer Vorteil in der Ermittlung dieser Zahl liegt darin, daß das Ausbringen, dessen genaue gewichtsmäßige Ermittlung im laufenden Betrieb immer Schwierigkeiten bereiten wird, unberücksichtigt bleiben kann und daher die vorhandenen Zahlenunterlagen der verschiedenen Schmelzungen für alle Stahlsorten leicht gruppenweise ausgewertet werden können. Uebersteigt die Fertiganalyse die Einsatzanalyse, so ergibt sich der durchaus mögliche Fall des relativen Zubrandes. Infolge der besonderen Bedeutung für den Betrieb wurde daher auf die Bestimmung der „R“-Kurven besonderes Gewicht gelegt. Es hat sich gezeigt, daß die für die einzelnen Elemente ermittelten R-Werte stets eine gewisse Voreilung des absoluten Abbrandes zum Eisen als Grundlage darstellen.

Als absoluter Abbrand (A) soll derjenige Verlust bezeichnet werden, dessen Entstehung durch die metallurgische Umwandlung der Einsatzstoffe in Stahl von gewünschter Güte und Zusammensetzung bedingt ist. Dieser entspricht dem Gewichtsunterschied von genauem Einsatzgewicht und Gewicht des flüssigen Pfanneninhaltes, wenn der Ofen trocken ausläuft. Die sonst im Betrieb übliche Bestimmung des Ausbringens, die sich nur auf gute ausgebrachte Rohblöcke bezieht, kann natürlich in vorliegendem Fall für die Errechnung des absoluten Ausbringens (η) nicht in Frage kommen, da dieser Wert wesentlich durch die Höhe der Gießhallen-, Pfannenreste usw. beeinflusst wird. Für die Ermittlung von A ist also der Wert η unbedingt erforderlich. Es ergeben sich also nachstehende Beziehungen:

$$A = \frac{E - F \cdot \eta}{E} \cdot 100, \quad (2)$$

$$A = 100 - \eta \cdot (100 - R). \quad (3)$$

Formel 3 zeigt die Beziehung von A zu R.

Wie bereits erwähnt, stellten sich der genauen Erfassung von η zuweilen eine Reihe von Schwierigkeiten entgegen, die, je nach Art des erschmolzenen Stahles, in dem jeweiligen

Zahlentafel 1. Verschiedene Staubanalysen aus der Einschmelzzeit.

Bezeichnung	CaO %	SiO ₂ %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	WO ₃ %	NiO %	MoO ₃ %	V ₂ O ₅ %	SO ₃ %	P ₂ O ₅ %	C %	Co ₃ O ₄ %	CuO %	
Schneldrehstahl, 5-t. Ofen	2,35	8,54	4,52	1,20	45,31	12,04	4,77	2,57	4,17	—	0,15	0,64	—	—	—	—	—	0,40
A 25 25% W-Metall im Einsatz	nicht bestimmt				37,39	8,51	2,10	—	2,53	—	—	—	—	—	0,92	—	—	—
A 27 25% W-Metall im Einsatz	nicht bestimmt				25,16	12,54	4,68	0,50	11,09	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A 24 Umschmelze von rd. 25% Ni im Einsatz	nicht bestimmt				25,74	1,70	5,10	—	—	6,45	—	—	—	—	—	—	—	—
V 209 25% Ni im Einsatz	8,06	1,60	Sp.	1,68	1,02	51,36	5,96	—	—	30,17	—	—	0,543	0,065	—	—	—	—
V 210 25% Ni im Einsatz	5,20	3,52	2,90	0,76	37,02	14,40	4,64	0,14	—	12,42	—	—	0,576	0,059	—	—	—	—
V 198 35% Co 5% Cr 5% W 1% Mo } im Einsatz	0,99	3,90	Sp.	0,36	5,76	33,32	3,26	6,12	—	—	Sp.	—	—	—	—	43,01	0,30	—
V 214 Einsatz wie V 198	16,76	1,02	9,50	0,75	25,76	21,16	2,40	6,00	—	—	0,78	—	—	—	0,42	22,50	0,30	—
A 28 Komplexe Legierung im Einsatz je 12,5% Fe, Mn, Cr, W, Ni, Co, V, Mo	14,77	6,70	37,76	0,60	14,56	1,35	10,43	1,71	2,95	1,71	Sp.	2,56	—	—	5,70	1,15	—	—

Ofenzustand begründet lagen. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, wurden nur diejenigen Schmelzungen gleicher Zusammensetzung ausgewertet, die reihenweise erschmolzen waren, wobei darauf geachtet wurde, daß nach der letzten Schmelzung der Ofenzustand einwandfrei war. Bei der Auswertung der Schmelzungen aus dem laufenden Betrieb konnte festgestellt werden, daß der Wert η bei normalen Arbeitsbedingungen in erstaunlich geringen Grenzen schwankt und stets abhängig vom Legierungsgehalt war. Für unlegierten Stahl ergab sich der Wert $\eta = 0,97$ im Mittel. Die Ermittlung von η bei einer Reihe von Versuchsschmelzungen mit einem Einsatzgewicht von 200 kg unterblieb natürlich, da das Verhältnis der mechanischen Gewichtsverluste zum Einsatzgewicht wegen der hierfür zu kleinen Einheit viel zu ungünstig lag.

Die Gewichtsverluste G in kg/t Einsatz ergeben sich aus folgenden Beziehungen:

$$G = \frac{E \cdot A \cdot 10}{100}, \quad (4)$$

$$G = (E - F \cdot \eta) \cdot 10. \quad (5)$$

Aus Formel 4 und 5 ergibt sich

$$G = \frac{10 \cdot A \cdot F \cdot \eta}{100 - A}. \quad (6)$$

Nach Feststellung dieser Zahlenbegriffe sei im folgenden über die Untersuchungen an den Legierungsmetallen Wolfram, Molybdän, Vanadin, Chrom, Kobalt und Nickel, ferner an einigen komplexen Legierungen in verschiedener Legierungshöhe berichtet. Der Schmelzverlauf wurde hierbei in die Einschmelzzeit mit Untersuchung der Einschmelzschlacken und Staubverluste und die Feinungszeit unterteilt. Entsprechend den praktischen Verhältnissen wurden drei Gattungen von Schmelzen getrennt untersucht:

1. Umschmelzchargen aus reinem, unlegiertem Einsatz und Ferrolegierungen oder Metall.
2. Aufbauchargen mit unlegiertem Einsatz und nachgesetzten Legierungen.
3. Umschmelzchargen aus Abfällen von legiertem Einsatz bekannter Zusammensetzung.

Als Betriebsunterlagen standen die Schmelzungen der laufenden Erzeugung aus drei basischen Elektroöfen (Bauart Héroult) mit 5, 7 und 8 t Fassung zur Verfügung. Zur beson-

deren Klärung der Verhältnisse wurden dann die einzelnen Legierungselemente im 200-kg-Versuchsöfen auf der einheitlichen Grundlage von 25% des Legierungsanteils nach genau den gleichen Gesichtspunkten den oben angeführten drei Möglichkeiten entsprechend untersucht.

Untersuchungen in der Einschmelzzeit.

Es drängt sich nun die Frage auf, in welcher Form und in welchen Zeitabschnitten beim Elektrostahlschmelzen Abbrandverluste auftreten. Verfolgt man in dieser Richtung den Verlauf der Versuchsschmelzung A 15 (Abb. 1), so stellt man überraschenderweise fest,

daß der größte Teil der Gesamtverluste in der Einschmelzzeit auftritt, und zwar beträgt der Anteil je nach Lage, Art und Menge des Legierungsmetalle schätzungsweise zwischen 70 und 80% der Gesamtverluste. Beträgt der Gesamt-Abbrandverlust 30 bis 50 kg/t, eine Zahl, wie sie im Verlauf der Arbeit festgestellt worden ist, so ergibt sich für die Einschmelzzeit ein Metallverlust von im Mittel 30 kg/t, was einer Schwermetalloxydmenge von rd. 40 kg/t entsprechen würde. Der zwischen dem Einsatz und den Elektroden entstehende Lichtbogen erzeugt derart hohe Temperaturen, daß in dessen unmittelbarer Nähe nicht nur Schmelzfluß entsteht, sondern eine ständige Verdampfung der Metalle stattfindet, wobei sich entweder hochohitzer Metaldampf bildet, der durch den in der Ofenatmosphäre vorhandenen Sauerstoff sofort oxydiert wird, oder aber bei niedrigerer Temperatur eine Oxydation des Einsatzes stattfindet. Diese Schwermetalloxyde verlassen gemeinsam mit dem verdampften Kalk den Ofen nach den Gesetzen ihrer Dampfdruckkurven. Für Molybdänoxyd z. B. hat bereits J. Feiser²⁾ die Dampfdruckkurve

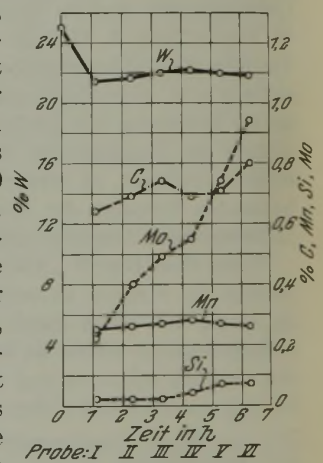


Abbildung 1.

Schmelze A 15, FeW im Einsatz. Beispiel für eine Umschmelzcharge mit Legierungsmetall im Einsatz.

²⁾ Met. u. Erz 28 (1931) S. 297/302.

Zahlentafel 2. Analysen von Hüttenstaubproben.

Nr.		Zeit der Probenahme	CaO %	SiO ₂ %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	WO ₃ %	NiO %	MoO ₃ %	V ₂ O ₅ %	SO ₂ %	P ₂ O ₅ %	C %	Co ₂ O ₄ %
1	Hüttenstaub vom Dachbinder . . .	Juni 1930	45,28	11,96	14,47	2,08	1,80	1,62	0,73	0,20	—	—	—	—	0,411	0,7	10,35	—
2	Hüttenstaub vom Dachbinder . . .	Juni 1930	45,92	11,10	14,12	2,02	1,96	1,35	0,69	0,20	—	—	—	—	0,401	0,6	10,70	—
15	Hüttenstaub von der Elektrooefenbühne	Juli 1932	nicht bestimmt				9,70	—	1,45	0,17	—	—	—	—	nicht bestimmt		—	—
16	Hüttenstaub von der Elektrooefenbühne	Juli 1932	nicht bestimmt				13,64	—	1,45	0,17	—	—	—	—	nicht bestimmt		—	—

aufgestellt und hierbei die Feststellung gemacht, daß durch Zusatz von Kalk der Dampfdruck von Molybdäntrioxyd bedeutend herabgesetzt wird. Inwieweit eine Bildung und Verflüchtigung der Metalle in Karbonylform auftritt, soll dahingestellt bleiben.

Um einen Ueberblick über die Konzentrationsverhältnisse des entstehenden Staubes zu bekommen, wurde er zunächst in Blechtrommeln aufgefangen und in den verschiedenen Schmelzabschnitten getrennt gesammelt. Eine quantitative Erfassung des aus den großen Oefen entweichenden Staubes stieß mangels geeigneter technischer Einrichtungen auf große Schwierigkeiten. Aber auch die an dem 200-kg-Versuchsofen eingerichtete Absaugvorrichtung, bei der ein starker Exhaustor den Staub durch dichte Filtersäcke in einen Staubkessel saugte, genügte bei der molekularen Feinheit des Staubes bei weitem nicht, so daß man sich auf ungefähre Mengen und deren Analysen aus den einzelnen Schmelzabschnitten beschränken mußte. Die Lösung dieser Frage muß einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben. Unter diesen Gesichtspunkten sind die in *Zahlentafel 1* aufgeführten Staubanalysen der Einschmelzzeit zu werten, die stichprobenweise im Verlauf der vorliegenden Untersuchung am 200-kg-Versuchsofen und an dem großen Ofen ermittelt worden sind. Hieraus geht hervor, daß alle hier untersuchten Metalle der Verdampfung in Oxydform mehr oder weniger stark unterliegen. Der Gehalt an Schwermetalloxyden im Staub ist abhängig von der zeitlichen Entnahme der Staubproben, von der Höhe des Legierungsmetalls im Einsatz und der Lage des Lichtbogens zum Legierungsmetall. Daraus folgt, daß man unter allen Umständen dahin streben muß, das Legierungsmetall dem Lichtbogen so spät wie möglich auszusetzen oder beim Einsetzen möglichst weit aus dem Wirkungsbereich des Lichtbogens zu legen, falls man aus metallurgischen Gründen gezwungen sein sollte, das Legierungsmetall bereits beim Beschicken des Ofens mit einzusetzen. In diesem Fall ist es zweckmäßig, die wertvollen Legierungen durch Kalk und billigen Eisenschrott vor dem Angriff des Lichtbogens zu schützen. Auch die zeitliche Einschränkung der Einschmelzzeit, bedingt durch Ausnutzung der Ofenwärme im fortlaufenden Betrieb, weiterhin durch hohe Transformatorleistung usw., vermindert die Abbrandverluste wesentlich.

Ueberraschenderweise ergeben Analysen von Hüttenstaubproben (*Zahlentafel 2*) keine Gehalte an Metalloxyden der Elemente Wolfram, Molybdän, Vanadin, Nickel und Kobalt, obwohl erhebliche Mengen dieser Metalle im Laufe der Jahre verarbeitet worden sind.

Einschmelzschlacken.

Die Tatsache, daß die Schwermetalloxyde sich verflüchtigen, legte den Gedanken nahe, auch die Einschmelzschlacken auf ihre Gehalte an Schwermetalloxyden hin zu untersuchen, um sich einen zahlenmäßigen Begriff über ihren Einfluß auf die Abbrandverluste zu machen. Daß auch diese Schwermetalloxyde in der Einschmelz- oder Oxydationsschlacke trotz ihrer Bindung teils an Kalk, teils an Kiesel-

säure, einer Verdampfung durch den Lichtbogen unterliegen, geht aus den in *Zahlentafel 1* zusammengestellten Analysen der Verdampfungsprodukte hervor, die nach der Einschmelzzeit bis zum Einlaufen der Fertigschlacke in der bereits erwähnten Weise aufgefangen worden sind. Der in der Einschmelzzeit entstehende Staub rührt von der unmittelbaren Berührung des Lichtbogens mit dem Metall und von der hierbei in diesem Zeitabschnitt sich bildenden Einschmelzschlacke her, die in diesem Zeitpunkt besondere hohe Konzentrationen an Schwermetalloxyden enthalten muß.

Die Entstehung der Einschmelzschlacke darf als bekannt vorausgesetzt werden. Ihre Zusammensetzung wird beeinflusst durch im Ofen zurückgebliebene Schlackenreste, durch Kalkzuschläge im Einsatz, die chemische Zusammensetzung des Einsatzes selbst und dessen äußere Beschaffenheit, d. h. durch die Höhe der dem Einsatz anhaftenden Sauerstoffträger. Sie hat in der Regel die ausgesprochene Eigenart einer Oxydationsschlacke. Ihre chemische Zusammensetzung, nach Legierungsgruppen geordnet, zeigt *Zahlentafel 3*. Man sieht, daß der weitaus größte Teil dieser Schlacken basisch ist und basische Oxyde im Ueberschuß aufweist. Saure Einschmelzschlacken, die bereits durch ihr glasiges Aussehen ein Ueberwiegen der sauren Oxyde kennzeichnen, gibt es nur in sehr geringem Umfange. Ihr Auftreten ist meist auf besondere Umstände zurückzuführen, z. B. auf hohen Siliziumgehalt und erheblichen Anteil von säurebildenden Schwermetalloxyden im Einsatz, sodann auf keinen oder mangelnden Kalkzusatz. Alle Metalle, die in der Spannungsreihe rechts vom Eisen stehen, d. h. hier für Nickel und Kobalt zutreffend, haben nicht die Möglichkeit, in Oxydform in der Schlacke aufzutreten, wie bereits von G. Tamman³⁾ festgestellt worden ist.

Von Wichtigkeit war die Erkenntnis, daß der höchste Basizitätsgrad in der Regel von den Schlacken des unlegierten Einsatzes erreicht wird. Ein hoher Kalkgehalt ergab stets einen erhöhten Wolframsäuregehalt, während Kieselsäure eine größere Menge Chromoxyd zur Verschlackung brachte. Da die Reduktion von Kalziumwolframat bedeutend leichter vor sich geht als die des Chromsilikats, so ist bei Anwesenheit beider Elemente, z. B. im Schnelldrehstahl, stets darauf zu achten, daß ein genügender Kalkgehalt im Einsatz vorhanden ist. Es werden hierbei unter Umständen 30 bis 45 min Reduktionsarbeit an der Schlacke eingespart und so eine Verringerung des Gesamtabbrandes erzielt. Weiterhin wurde festgestellt, daß Schnelldrehstahlschmelzungen ohne Kalkzusatz im Einsatz nach dem Einschmelzen dieselbe Menge von rd. 5 % Schlackengewicht durch erhöhte Verschlackung aufweisen, wie solche mit 2 % Kalkzusatz. Erst bei 4 % Kalkzusatz machte sich eine Steigerung des Gesamt-Schlackengewichtes bemerkbar.

Es würde hier zu weit führen, auf alle Ergebnisse und Fragen einzugehen, die sich aus dieser Schlackenuntersuchung ergeben haben. Es genügt, im Rahmen der vor-

³⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 71/74 (Stahlw.-Aussch. 212).

Zahlentafel 3. Chemische Zusammensetzung verschiedener Einschmelzschlacken.

Nr.	Einsatz	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	k)	l)	m)	n)
		CaO %	MgO %	MnO %	FeO %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Cr ₂ O ₃ %	WO ₃ %	MoO ₃ %	V ₂ O ₅ %	S %	P ₂ O ₅ %	SiO ₂ %
1	Unlegierter Schrott	57,44	8,13	4,53	12,61	1,42	7,02	—	—	—	—	—	—	6,00
2	Unlegierter Schrott	46,30	6,34	6,13	16,27	1,58	10,37	0,29	—	—	—	—	—	10,52
3	Unlegierter Schrott, Roheisen und Eisen- schwamm	45,14	9,42	1,74	7,44	2,48	3,60	—	—	—	—	0,192	0,067	19,02
4	Unlegierter Schrott, Roheisen und Eisen- schwamm	53,38	8,48	0,52	1,83	2,96	3,47	—	—	—	—	0,096	0,031	16,60
5	Schrott mit rd. 1 % Cr	54,16	9,13	0,62	1,09	2,00	0,74	0,38	—	—	—	0,015	0,071	20,60
6	Schrott mit rd. 1 % Cr	52,18	5,36	2,72	2,51	2,40	3,46	1,31	—	—	—	0,062	0,117	24,82
7	Rd. 15 % Cr im Einsatz	41,76	0,23	2,62	6,50	2,00	4,04	15,57	1,72	—	—	0,014	0,010	26,40
8	Rd. 15 % Cr im Einsatz	39,82	0,28	2,56	6,04	1,88	4,64	15,74	—	—	—	0,097	0,020	27,64
9	Rd. 5,5 % W im Einsatz	48,16	9,28	1,98	4,11	1,02	3,86	0,26	17,10	—	—	0,088	0,261	12,36
10	Rd. 5,5 % W im Einsatz	47,90	5,34	2,18	4,72	1,04	1,34	0,08	20,00	—	—	0,206	0,370	9,20
11	Rd. 19 % W, rd. 3,5 % Cr u. 0,5 % V im Einsatz u. 200 kg Kalk	55,12	0,82	1,91	5,66	1,46	1,50	3,24	14,37	—	1,01	0,041	0,106	12,46
12	Rd. 19 % W, rd. 3,5 % Cr u. 0,5 % V im Einsatz u. 200 kg Kalk	52,72	0,31	1,19	5,66	1,00	1,07	4,38	13,11	—	1,01	0,042	0,096	11,80
13	Rd. 19 % W, rd. 3,5 % Cr u. 0,5 % V im Einsatz, ohne Kalk	31,96	0,21	2,79	3,16	0,98	4,66	18,25	6,37	—	2,38	0,010	0,055	20,72
14	Rd. 19 % W, rd. 3,5 % Cr u. 0,5 % V im Einsatz, ohne Kalk	30,49	0,50	3,97	6,47	1,36	2,83	11,59	2,15	—	3,76	0,033	0,067	26,00
15	Rd. 1,8 % Ni u. 0,4 % Cr im Einsatz	46,94	0,32	4,99	19,26	1,55	9,78	4,34	—	—	—	—	—	11,84
16	Rd. 13,5 % Mn im Einsatz	50,64	3,62	12,11	4,72	0,48	3,29	0,11	—	—	—	0,016	0,055	15,68
17	Rd. 13,5 % Mn im Einsatz	51,40	4,20	10,05	0,71	0,53	1,57	0,11	—	—	—	0,116	0,021	18,60
18	Rd. 1,8 % W u. rd. 0,85 % Cr im Einsatz	64,24	0,72	0,18	0,39	2,22	1,12	0,09	1,22	—	—	0,123	0,055	24,30
19	Rd. 25 % Ni im Einsatz	52,92	7,42	2,23	8,18	1,98	7,75	2,54	—	—	—	0,164	0,441	13,18
20	Rd. 12 % Ni u. rd. 15 % Cr im Einsatz	58,98	0,16	1,31	2,64	2,68	4,41	6,56	—	—	—	0,003	0,020	13,08
21	Rd. 20 % W, rd. 3,5 % Cr, rd. 10 % Co, rd. 0,5 % V im Einsatz	50,04	9,17	1,75	2,16	2,24	0,90	3,34	1,61	—	1,80	0,192	0,018	20,40
22	Rd. 16 % Co, 8 % Cr im Einsatz	44,54	0,80	1,83	5,16	2,00	5,81	11,28	—	—	—	0,054	0,046	22,32

Zahlentafel 4. Staubanalyse während des Feinens.

	CaO %	SiO ₂ %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	FeO %	Cr ₂ O ₃ %	WO ₃ %	CuO %	MoO ₃ %	Co ₂ O ₄ %	C %	F %	NiO %	V ₂ O ₅ %
V 214 II	32,48	0,40	14,41	0,94	3,26	15,59	1,35	6,07	—	0,27	0,67	7,68	1,45	vorh.	—	—
A 28 II	14,38	1,52	33,22	0,38	33,99	6,74	0,68	3,82	0,19	—	0,48	0,70	0,58	—	1,09	2,56

liegenden Arbeit darauf hinzuweisen, daß auf Grund der in *Zahlentafel 3* angegebenen Schlackenanalysen, die nur dem Großbetrieb entnommen sind, erhebliche Mengen an wertvollen Metalloxyden in der Einschmelzschlacke vorhanden sein können und somit im Lichtbogen der Verdampfung unterliegen. Inwieweit aus metallurgischen Gründen ein Abschlacken noch wirtschaftlich ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden.

Untersuchungen in der Feinungszeit.

Mit dem Eintritt in die Feinungszeit erkennt man eine wesentliche Verschiebung der Konzentrationen der Verdampfungsprodukte zugunsten der Schlackenbildner. Der Gehalt an Schwermetalloxyden fällt mit dem Ansteigen des Reduktionsgrades der Desoxydationsschlacke. Von der im Mittel 5 bis 6 % des Einsatzgewichts betragenden Fertigschlacke verlassen in der Feinungszeit rd. 20 kg/t den Ofen als Staub. Selbstverständlich ist diese Zahl stets von der Zeitdauer und Temperatur bei der Schmelzungsführung in der Fertigzeit abhängig. Obgleich das Bad jetzt nach einer Uebergangszeit durch eine stark reduzierend wirkende Schlackendecke geschützt ist, gibt es Metalle, die fortlaufend während der Feinungszeit verdampfen und einen beträchtlichen Anteil am Gesamtabbrand ausmachen (*Zahlentafel 4*). Wichtig aus diesem Zeitabschnitt ist die Feststellung, daß immer ein Teil von Metalloxyden zurückbleibt und auch aus der stärksten Karbidschlacke nicht zu entfernen ist (Eisen, Mangan, Chrom, Molybdän, Vanadin). Dies ist bei den vorliegenden Schlackengewichten ein wirklicher Abbrand,

der sich im basischen Elektrostahlverfahren niemals vermeiden lassen wird. Ein Einfluß von Zusätzen zur Schlacke, wie z. B. von Sand und Flußspat, auf den Abbrand konnte nicht festgestellt werden. Ebenso wie auf einen guten Reduktionsgrad der Schlacke Rücksicht genommen werden muß, ist auch darauf zu achten, daß das Stahlbad bereits einen gewissen Desoxydationsgrad erreicht hat, um im Augenblick des Legierungszusatzes bei Aufbauschmelzungen eine Oxydation durch den Sauerstoffgehalt der Schmelzung zu vermeiden.

Herdberichtigung.

Bei der Errechnung der Abbrandwerte muß noch ein wesentlicher Umstand berücksichtigt werden. Die Erfahrung lehrt, daß beim Umsetzen von hochlegierten auf unlegierte Schmelzungen bei den letzten mit einer Aufnahme der in der vorhergehenden Schmelzung enthaltenen Legierungen zu rechnen ist. Daraus folgt, daß in dem gestampften basischen Dolomitfutter des Herdes immer eine bestimmte Menge Stahl zurückbleibt, auch wenn der Ofen sozusagen trocken ausläuft. Diese Menge kann man mit ziemlicher Genauigkeit berechnen. Die Schmelzung A 15 (*Abb. 1*) weist in der Fertigprobe einen Molybdängehalt von 0,94 % Mo auf. Die vorhergehende Schmelzung hatte einen Molybdängehalt von 18,45 %. Die wirksam gewordene, im Herd zuvor aufgesaugte Stahlmenge ergibt sich aus folgender Beziehung: $(200 + x) \cdot 0,94 = x \cdot 18,45$. $x = 10,74 \text{ kg} = 5,35 \%$. (7) Dies ist verhältnismäßig viel und hängt von der Beschaffenheit des Herdfutters, von der Zeitdauer und Temperatur der

Schmelzung ab. Bei den großen Ofen (mit 5, 6 und 8 t Fassung) ist nach den hier gemachten Beobachtungen bei neugestampften Herden mit 3 %, normal mit 4 % und nach einer Schmelzungsdauer von vier bis fünf Monaten mit 5 % aufgesaugter Stahlmenge zu rechnen, unter der Voraussetzung, daß der Herd jedesmal trocken ausläuft. Für die

Zahlentafel 5. Ergebnisse der Versuchsschmelzungen der Wolframreihe.

Nr.	Art des Einsatzes	E in % mit Herdberichtigung	F %	R %	Einschmelzschlacke			Fertigschlacke		
					FeO %	Fe ₂ O ₃ %	WO ₃ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	WO ₃ %
A 16	Ferrowolfram nachgesetzt.	25,05	24,34	2,95	8,57	4,53	0,58	0,47	1,80	—
A 19	Wolframmetall nachgesetzt	24,50	23,52	3,92	11,71	4,97	3,34	0,47	1,14	—
A 15	Ferrowolfram im Einsatz	24,00	21,76	9,37	5,37	3,54	16,42	0,97	0,57	—
A 17	Umschmelze von A 16 . .	24,34	20,14	17,26	8,57	4,79	4,70	0,54	1,10	—
A 20	Wolframmetall im Einsatz	24,95	23,52	5,69	10,13	1,81	25,10	0,54	0,30	—
A 25	Wolframmetall im Einsatz	24,10	22,08	8,15	7,21	4,60	23,52	0,75	0,91	—
A 27	Wolframmetall im Einsatz	24,65	22,72	7,90	9,45	2,87	45,52	0,54	1,20	—

Berechnung sämtlicher Abbrandwerte ist bei den vorliegenden Untersuchungen mit 4 % zurückgebliebener Stahlmenge gerechnet worden; für die Folge wurde dieser Einfluß mit dem Ausdruck „Herdberichtigung“ bezeichnet. Außer acht lassen kann man diese Berichtigung in allen den Fällen, in denen Stahl der gleichen Zusammensetzung vorher erschmolzen worden ist. Es ergab sich ferner die Feststellung, daß der Herd in jedem Falle von der Schmelzung, die gerade erschmolzen wird, gleichmäßig durchtränkt wird, so daß sich die Annahme einer unter Umständen möglichen Entmischung von wolframlegiertem Stahl auf Grund des spezifischen Gewichtes nicht halten läßt. Analysen von Herdbären bestätigten dies. Es besteht höchstens die Möglichkeit, daß die darauf folgende sogenannte Spülschmelzung auf Grund einer anderen Zusammensetzung einen viel tiefer liegenden Schmelzpunkt hat, so daß die vom Herd aufgesaugte Stahlmenge der vorhergehenden Schmelzung gar nicht zur Auflösung gelangen kann, sondern erst in einer der späteren Schmelzungen zur Lösung gebracht wird. Hierauf muß natürlich bei der Schmelzungsfolge geachtet werden. Daraus folgt, wie unvorteilhaft ein Umsetzen auf verschiedene Stahlsorten für die Treffsicherheit der chemischen Endzusammensetzung sein kann. Von Vorteil ist es, nach hochlegiertem Stahl eine leichtlegierte Umschmelzcharge anzusetzen und hierin den ganzen Herdinhalt zu verwerten, vorausgesetzt, daß metallurgische Gründe nicht dagegen sprechen.

Zusammenfassend muß noch darauf hingewiesen werden, daß nur diejenigen Betriebsschmelzungen zur Auswertung kamen, bei denen auf Grund der bisherigen Ueberlegungen, Herdberichtigung, Berechnung der Einsatzanalysen usw., einwandfreie Ergebnisse erzielt werden konnten. Schmelzungen mit Gewichtsunterschieden infolge ungenauer Einwaage des Schrotteinsatzes oder mit ungenauer Berücksichtigung des Legierungsanteils waren bei der Auswertung der Betriebsschmelzen häufig die Ursache von Unregelmäßigkeiten.

Vorproben von legiertem Einsatz wurden ebenfalls nicht ausgewertet, weil diese Ergebnisse relativ sind und nur auf Grund der im Betrieb gemachten Erfahrungen benutzt werden können. Eine Veränderung der Eisengrundlage durch hohen Siliziumgehalt ergab stets relativen Zubrand und wurde nicht verwertet. Die Zahlen einiger Schmelzungen mit flüssigem Einsatz wurden geprüft und lieferten ganz andere Einflüsse, aus denen ebenfalls deutlich hervorging, daß die Gesamtheit der hier vorliegenden Kurven in starker Abhängigkeit von den obwaltenden Betriebsverhältnissen steht.

Ueber den Abbrand verschiedener Legierungsmetalle.

Nachdem die Abbrandbegriffe festgelegt sind und auf die einzelnen Einflüsse, die für die Abbrandverluste wesentlich sind, hingewiesen wurde, soll nachfolgend das Verhalten der einzelnen Elemente besprochen werden.

Wolfram.

Untersucht wurden die beiden im Handel erhältlichen Arten Ferrowolfram und Wolframmetall. Aus der großen

Zahl von Schmelzungen der laufenden Erzeugung ergaben sich hierbei folgende Gruppen:

1. Werkzeugstahl mit 1 bis 2 % W,
2. Magnetstahl mit rd. 6 % W,
3. Schnelldrehstahl mit etwa 18 % W.

Hinzu kommen die Ergebnisse der auf der Grundlage von 25 % Legierungszusatz erschmolzenen Versuchsschmelzungen. Abb. 1 (Schmelzung A 15) ist ein Beispiel für eine Umschmelzcharge aus reinem, unlegiertem Schrott und Legierungsmetall im Einsatz. Schmelzung A 16 in Abb. 2 gibt ein Beispiel für eine Aufbauschmelzung mit nachgesetztem Legierungsmetall, Schmelzung A 17 (Abb. 2) ein solches für

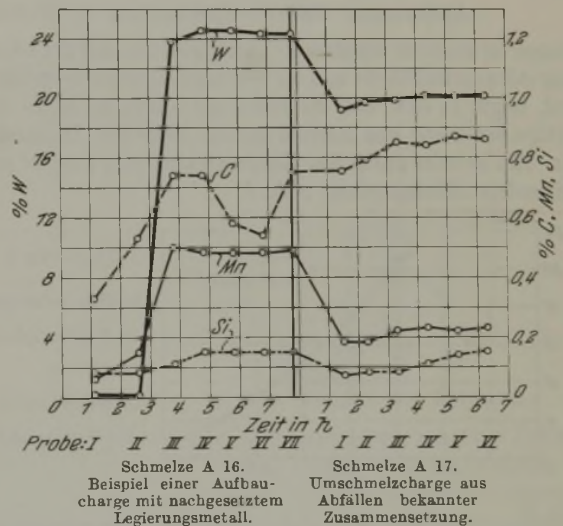


Abbildung 2.

eine Umschmelzcharge aus Abfällen bekannter Zusammensetzung. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Versuchsschmelzungen der Wolframreihe ist in Zahlentafel 5 enthalten. Die aus sämtlichen Schmelzungen ermittelten Abbrandwerte für R sind mit steigendem Wolframgehalt nach der Fertiganalyse aus Abb. 3 zu entnehmen.

Sämtliche vorliegenden Werte haben eine Berichtigung für den Mehrverbrauch an Wolfram für unlegierten Stahl (Herdberichtigung) bereits erfahren. Man erkennt, daß es sich bei Gruppe 1 und 2 nur um Aufbauschmelzungen handelt, während bei höherlegiertem Werkstoff Umschmelzen auftreten.

Bei den Aufbauschmelzungen der Gruppe 1 fielen Verluste durch Einschmelzen, also Verdampfung von Wolframsäure, aus. Durch das Nachsetzen auf die Fertigschlacke konnte hier nur eine Verdampfung oder Verschlackung im Augenblick des Zusatzes erfolgen. Immerhin ist Wolfram das einzige Metall, das im Gegensatz zu anderen Elementen einen beträchtlichen Abbrand aufweisen kann; deshalb muß bei der Gattierung hiermit gerechnet werden. Da bei einwandfreiem Arbeiten vollkommene Wolframfreiheit der Fertigschlacke erreicht werden kann, so ist es von der

Geschicklichkeit des Schmelzers in der Schlackenführung abhängig, den Abbrand, der durch Verdampfen dieser Schlacke entsteht, möglichst gering zu halten. Während dieser Verlust bei den Aufbauschmelzungen der Gruppe 1 gleich einen ziemlichen Anteil ausmacht, fällt dieselbe zugesetzte Menge bei dem höherlegierten Schnelldrehstahl natürlich kaum ins Gewicht. Eine Feststellung bei dieser

als Wolframmetall oder Ferrowolfram mit eingesetzt und das Ganze eingeschmolzen. Von vornherein besteht die Möglichkeit, daß der Lichtbogen mit Wolfram in Berührung kommt. Wenn auch rein zahlenmäßig ein im Vergleich zum niedriglegierten Stahl gering erscheinender relativer Abbrand von 6 % im Mittel zu verzeichnen ist, so handelt es sich hierbei um ganz andere Mengen. Im Einsatz einer 5,5-t

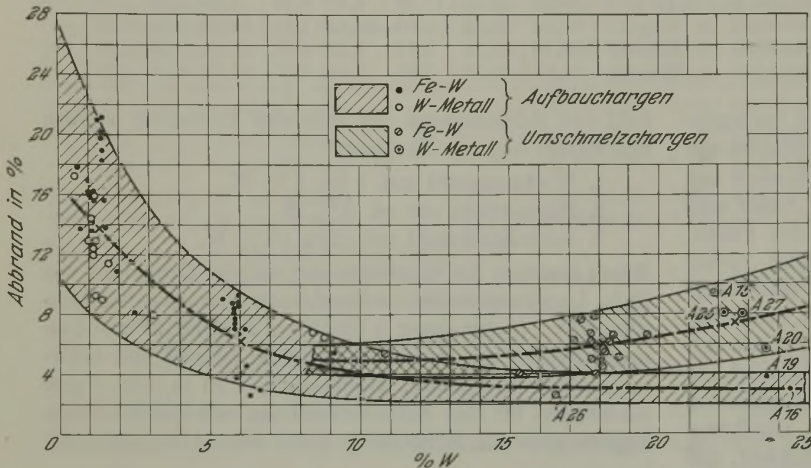


Abbildung 3. Relative Abbrandwerte für Wolfram.

Schmelzung sind je nach der Fertiganalyse etwa 1000 bis 1200 kg W enthalten. Obwohl auch noch andere Legierungsmetalle vorhanden sind, soll hier nur der reine Wolframabbrand auf der Eisengrundlage besprochen werden. Für die übrigen Legierungsmetalle erfolgt eine Zusammenfassung nach der komplexen Seite dieses Stahles bei der Besprechung des Abschnittes Schnelldrehstahl.

Der bei Stahl mit 18 % W auftretende relative Wolframabbrand von 6 % im Mittel ergab somit erstmalig die Notwendigkeit, die jetzt auftretenden mengenmäßigen Verluste zu erforschen. Das Ausbringen zeigte mit steigendem Wolframgehalt für Aufbau- und Umschmelzchargen eine leichte Senkung, die für Schnelldrehstahl

Gruppe ist noch zu erwähnen. Vorausgesetzt, daß der Ofengang störungsfrei bleibt und die Schlacke einwandfrei geführt wird, zeigte es sich, daß die Höhe des Siliziumgehaltes der Fertigschmelzung von Einfluß auf die Höhe des Abbrandes war. Ein Schnitt durch das Gebiet dieser Gruppe ergibt mit steigendem Siliziumgehalt Abb. 4.

aus einer großen Reihe von Schmelzungen den Wert von 4 % absolutem Abbrand ergab, was ein Ausbringen von 96 % bedeutet. Hieraus ergibt sich für A = 9,76 % oder ein mengenmäßiger Verlust von G = 18,7 kg/t Einsatz.

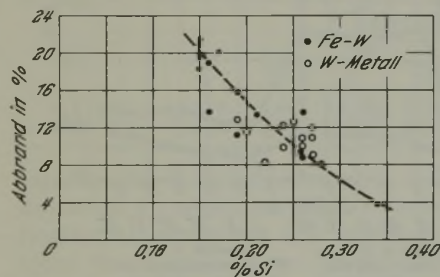


Abbildung 4. Wolframabbrand in Abhängigkeit vom Siliziumgehalt im Fertigstahl.

Nichts kann die Verluste, die durch das Einschmelzen von wolframhaltigem Werkstoff entstehen, deutlicher kennzeichnen als diese Zahlen. Gerade Wolfram, ob in Form von Abfällen, Ferrowolfram oder als Metall, wird etwa 2 h dem Lichtbogen ausgesetzt. Schon bei dunkler Rotglut kann bei genauer Beobachtung ein gelber Anflug des Oxydes auf dem Wolframmetallpulver im Augenblick des Zusatzes beobachtet werden. Einen weiteren Beweis für die große Flüchtigkeit bietet die Flugstaubuntersuchung an einem Schmiedeofen für Schnellstahlblöcke; man fand 44,12 % W.

Dieser Einfluß läßt sich unschwer folgendermaßen erklären: Ein Wolframzusatz läßt die Fertigschlacke leicht umschlagen, d. h. Wolfram verschlackt, der Metalloxydgehalt der Schlacke steigt. Man muß nun reduzierend arbeiten, um wieder eine einwandfreie Schlacke zu erhalten. Durch Ferrosiliziumzusatz wird aber der Reduktionsgrad der Schmelzung und der Schlacke stets etwas gesteigert. Erfolgt auf Grund einer niedrigen Analysenvorschrift nur ein geringer Ferrosiliziumzusatz zum Desoxydieren der Schmelzung, so ist der Verlust an Wolfram höher, als wenn größere Mengen Ferrosilizium zugesetzt werden können, die die Schlacke bedeutend weiter reduzieren und wolframfrei halten. Als letzter Umstand ist noch zu berücksichtigen, daß der Desoxydationsgrad des unlegierten Bades im Augenblick des Wolframzusatzes für die Höhe des Abbrandes von Bedeutung ist.

Beim Einschmelzen des Schnelldrehstahl-Einsatzes entsteht eine Einschmelzschlacke mit Gehalten bis zu 45 % WO₃ oder rd. 36 % W. Diese schwermetalloxydreiche Schlacke verdampft ständig unter dem Lichtbogen. Erst nach ihrer Reduktion ist kein wesentlicher Abbrand an Wolfram mehr festzustellen. Ferner kommt hinzu, daß zum Analysenausgleich in der Regel noch 1 bis 2 % W zugesetzt werden müssen; hierbei tritt dann sofort in seinem ganzen Umfange der Abbrand in Erscheinung, den eine ein- bis zweiprozentige Wolframtaufbauschmelzung überhaupt nur aufzuweisen hat. Dennoch läßt es sich aus betriebstechnischen Gründen nicht vermeiden, nur Aufbauchargen zu erschmelzen; auch die Abfälle müssen aufgearbeitet werden. Wenn hierbei, wie festgestellt wurde, rd. 18,7 kg W je t Stahl verlorengehen, so bedeutet das für die Schmelzung von 5,5 t Gewicht rd. 103 kg Wolframmetall, das restlos und zum größten Teil nur in der Einschmelzzeit in die Luft geht. Je nach den vorliegenden Aufträgen würde daher bereits bei dieser einen Stahlsorte wegen des hohen Wolframpreises die Wirtschaftlichkeit einer Absaugevorrichtung zur Wiedergewinnung des Staubes bestimmt gesichert sein. Hinzu kommt, daß dieser Staub zu seiner Verwertung dem Ofen in bestimmten Mengen ohne weiteres wieder zugesetzt werden kann.

Die Ausführungen über die Stähle der Gruppe 1 treffen für den Wolfram-Magnetstahl der Gruppe 2 in jedem Falle zu. Nur wird die Streuung der einzelnen Werte bedeutend geringer, da schon mit größeren Legierungsgewichten zu rechnen ist.

Die in Abb. 3 gezeigten Versuchsschmelzungen passen gut in den Rahmen der Betriebsschmelzungen und geben mit ihren Analysen Unterlagen, wie die Metallmengen in Stahl und Schlacke zur Verteilung kommen (Zahlentafel 5).

Bei den Stählen der dritten Gruppe, den Schnelldrehstählen, liegen ganz andere Arbeitsverhältnisse vor. Ein Teil des Wolframs ist in Abfällen enthalten, der Rest wird

Eine gemeinsame Uebersicht der Werte für η , R, A und G ergibt sich aus Abb. 5.

Molybdän.

Molybdän wird als Legierungselement im Handel als 60- bis 70prozentiges Ferromolybdän, als Kalziummolybdat und neuerdings als Molybdänmetall geliefert. Die hier vorliegenden Werte beziehen sich nur auf Ferromolybdän. Kalziummolybdat wurde zwar laufend im Betrieb verwendet, eine Auswertung der Beobachtungen erfolgte jedoch nicht, da die Anzahl der vorliegenden einwandfreien Werte viel zu gering war. Auf Grund der bisherigen Betriebserfahrungen konnte jedoch ein Unterschied des Abbrandes gegenüber Ferromolybdän nicht beobachtet werden. Beim Eingang einer Probe von Molybdänmetall waren diese Untersuchungen bereits abgeschlossen.

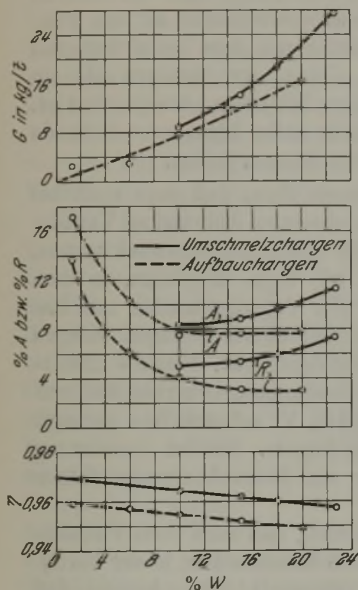


Abbildung 5. Mittlere Abbrandzahlen für Wolfram.

Für die einzelnen Gruppen, von denen Gruppe 1 nur Aufbauschmelzungen, Gruppe 2 und 3 auch Umschmelzen enthält, ergeben sich folgende Mittelwerte für R (+ = Abbrand, - = Zubrand):

1. — 14,61 %
2. — 2,90 %
3. + 2,90 %

Wenn auch im Betrieb, wie schon erwähnt, kaum höherlegierte Stähle erschmolzen werden, wurden doch zur Klärung der Schlackenverhältnisse einige Schmelzen mit 25 % Mo durchgeführt (Zahlentafel 6).

Molybdän zeigt ebenso wie Wolfram bereits bei dunkler Rotglut eine starke Neigung zur Oxydation. Die Dampfdruckkurve von Molybdäntrioxyd nach Feiser²⁾ ergibt, daß bei 750° ein ganz geringer Dampfdruck einsetzt, der bei den außerordentlich hohen Temperaturen des Lichtbogens natürlich einen sehr hohen Wert erreicht. Es kann also der Fall eintreten, daß bereits ohne Einwirkung des Lichtbogens, allein durch die Ofenhitze, Abbrandverluste entstehen können. Infolgedessen muß ein Vorwärmen des Ferromolybdäns zum Nachsetzen im Betrieb vermieden werden. Bereits bei 750° zeigte sich beim Vorwärmen ein gelber Beschlag von Molybdänsäure. Ein weiteres Beispiel für die Flüchtigkeit ist die Molybdänsäureanreicherung im Flugstaub bei Schmiedeoefen für Schnelldrehstahl. Der Flugstaub selbst wies zwar nur 0,43 % MoO₃ auf. Hier war

Zahlentafel 6. Ergebnisse der Versuchsschmelzungen der Molybdänreihe.

Nr.	Art des Einsatzes	E in % mit Herdberichtigung	F %	R %	Einschmelzschlacke			Fertigschlacke		
					FeO %	Fe ₂ O ₃ %	MoO ₃ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	MoO ₃ %
A 13	Ferromolybdän nachgesetzt	24,55	21,06	+ 13,97	5,37	3,33	0,29	1,29	5,29	0,11
A 14	Umschmelze von A 13	21,10	18,45	+ 12,39	6,12	6,63	1,57	0,62	0,42	Sp.
A 11	Ferromolybdän im Einsatz	24,95	24,15	+ 3,40	16,77	5,34	9,41	0,47	1,43	—

die Temperatur zum Niederschlagen noch zu hoch. An kalten Stellen des Ofens konnte man aber krustenartige gelbe Ansätze feststellen, die einen Molybdänsäuregehalt von 32 % enthielten, obwohl der hier verarbeitete Schnelldrehstahl nur Gehalte von 0,5 bis 0,6 % Mo aufwies.

Wegen der großen Streuung der einzelnen Werte in Abb. 6 ist es unmöglich, eine Kurve durch die drei Gruppengebiete zu legen. Diese Streuung wird mit dadurch bedingt, daß man bei geringen Molybdängehalten in hohem Maße von den angewendeten Betriebsanalysenverfahren abhängig ist. Eine geringe Aenderung des Analysenverfahrens kann bereits die Werte der Gruppe 1 um 10 % nach oben oder unten verschieben. Für den Betrieb genügt es zu wissen, daß man

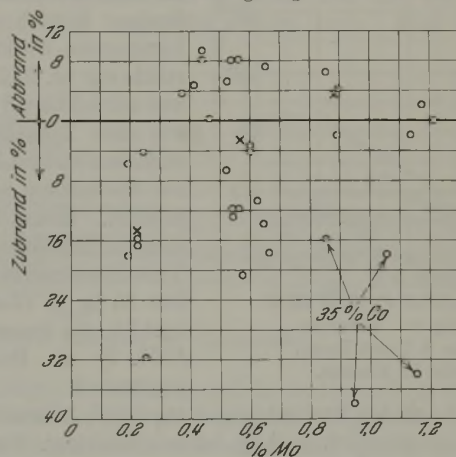


Abbildung 6. Relativer Abbrand von Molybdän.

bei geringen Molybdängehalten mit einem relativen Zubrand rechnen muß. Der überaus starke relative Zubrand von Molybdän bei den 35prozentigen Kobaltschmelzungen ist darauf zurückzuführen, daß wegen des hohen Kobaltabbrandes das Gesamtausbringen der Schmelzung wesentlich gesunken ist (η bis zu 0,90), ein Beispiel dafür, daß eine Aenderung der Eisengrundlage die relativen Abbrandwerte stark verschieben kann.

Die Kurven der Versuchsschmelzungen zeigten durch bedeutende Schwankungen erst recht, wie groß die Schwierigkeiten der Molybdänbestimmung in der Höhe von 25 % waren. Zahlentafel 6 gibt einen Ueberblick über die Ergebnisse der Versuchsschmelzungen. Immerhin kann man daraus ersehen, daß in dieser Höhe gewöhnlich mit einem relativen Abbrand von 10 bis 12 % zu rechnen ist.

Von der Schlacke kann gesagt werden, daß Molybdänsäure leicht als Kalziummolybdat verschlackt und dann auch in dieser Form der Verdampfung durch den Lichtbogen unterliegt, wenn auch nach Feiser²⁾ der Dampfdruck für Molybdänsäure in Verbindung mit Kalk erst bei Temperaturen von 1200° einsetzt. Molybdänsäure läßt sich ebenso wie Wolframsäure durch gute Reduktionsarbeit bis auf Spuren aus der Schlacke entfernen. Die gewichtsmäßigen Verluste von Molybdän sind für den Betrieb wegen ihrer Geringfügigkeit ohne Bedeutung und spielen höchstens eine zusätzliche Rolle bei Schnelldrehstählen, wo sie noch einmal besonders berücksichtigt werden sollen.

Abschließend kann von Molybdän gesagt werden, daß durch die große Flüchtigkeit der Molybdänsäure erwartete hohe Abbrandverlust in den vorliegenden praktischen Grenzen in keiner Weise festgestellt werden konnte, sondern daß alle Werte noch unter denen des Wolframs liegen.

Zahlentafel 7. Ergebnisse der Versuchsschmelzungen der Vanadinreihe.

Nr.	Art des Einsatzes	E in % mit Herdberichtigung	F %	B %	Einschmelzschlacke			Fertigschlacke		
					FeO %	Fe ₂ O ₃ %	V ₂ O ₅ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	V ₂ O ₅ %
A 1	Ferrovandän im Einsatz	24,10	22,94	+ 4,81	1,82	0,96	6,65	1,72	0,46	0,80
A 3	Umschmelze von A 1 . .	22,90	20,72	+ 9,40	10,96	0,74	40,83	1,50	1,19	5,35
A 2	Ferrovandän im Einsatz	24,98	21,68	+ 13,00	6,14	0,60	25,13	0,67	0,88	0,34

Vanadin.

Vanadin ist das letzte Legierungselement im Rahmen dieser Arbeit, mit der Eigenschaft, als säurebildendes Oxyd zu verschlacken. Es kommt als 60prozentige oder neuerdings als praktisch kohlenstofffreie 80prozentige Ferrolegierung in den Handel. Ein Unterschied im Abbrand wurde nicht festgestellt. Eine gruppenmäßige Unterteilung in verschiedene Stahlsorten ließ sich nur ungefähr durchführen. Es wurden die im laufenden Betrieb vorkommenden Werkzeugstähle mit rd. 0,15 % V und mit 0,3 bis 0,5 % V, wie auch Schnelldrehstähle mit 0,5 bis 2,5 % V zur Auswertung herangezogen. Hinzu kommen die Ergebnisse der Versuchsschmelzungen mit 25 % V (Zahlentafel 7), von denen A 2 (Abb. 7) als Beispiel gegeben sei.

Das sich aus den Beobachtungen ergebende Abbrandfeld (Abb. 8) zeigt eine stark ins Auge fallende Streuung. Immerhin ist es für die Gattierung im Betrieb wichtig, zu wissen, analysen bei der Erzeugung von Schnellstahl und von Vanadin-Versuchsschmelzungen zeigen, Gehalte bis 0,2 % V in der Schlacke zurück. Eine weitere Uebereinstimmung mit Silizium oder der Kieselsäure liegt in der Färbung der Fertigschlacke; während eine schwermetalloxydfreie Kalk-Silikat-Schlacke rein weiß aussieht, zeigt auch die vanadinhaltige Schlacke von der Einschmelzschlacke an eine grauweiße Farbe, mit einem ständig mit dem Reduktionsgrad zunehmenden silberweißen Glanz, der geradezu als ein Kennzeichen für vanadinhaltige Schlacken anzusprechen ist, vorausgesetzt, daß der Schlacke außer Eisen sonst färbende Metalloxyde in nennenswerten Mengen fehlen.

Diese Betrachtungen führen dazu, daß man auch bei geringen Gehalten mit einem absoluten Abbrand an Vanadin rechnen muß. Daß dies in Abb. 8 nicht zum Ausdruck kommt, hat wieder seine Ursache, wie beim Molybdän, in dem Betriebsanalysenverfahren. Die Vanadtitration mit Kaliumpermanganat hat einen bei diesen geringen Mengen schwer erkennbaren Farbumschlagpunkt. Erst die Einführung der potentiometrischen Bestimmung bewirkte, daß jetzt bereits bei Gehalten von 0,3 % V aufwärts ein geringer Abbrand verzeichnet werden konnte. Bei der Auswertung der vorliegenden Unterlagen war dieses Analysenverfahren noch nicht eingeführt.

Es konnte festgestellt werden, daß nach dem Vanadinzusatz stets ein gewisser Anteil Vanadinsäure in der Fertigschlacke vorhanden ist und verdampft. Hinzu kommt, daß bei Schnelldrehstahl-Schmelzungen ein Teil der Abfälle bereits Vanadin im Einsatz hat und beim Einschmelzen zum Teil verlorengeht. Da dieser Gehalt in der Fertigschlacke sich nicht wie bei Wolfram und Molybdän bis auf Null drücken läßt, so verdampft das Vanadin in diesem Falle während des ganzen Schmelzungsverlaufes. Das in der Fertigschlacke verbleibende Vanadin ist für den Verbraucher in jedem Falle ein unwiederbringlicher Verlust; eine mengenmäßige Auswertung hat aber auch hier, wie bei Molybdän, nur wesentliche Bedeutung bei der Erzeugung von Schnelldrehstahl und soll dort berücksichtigt werden.

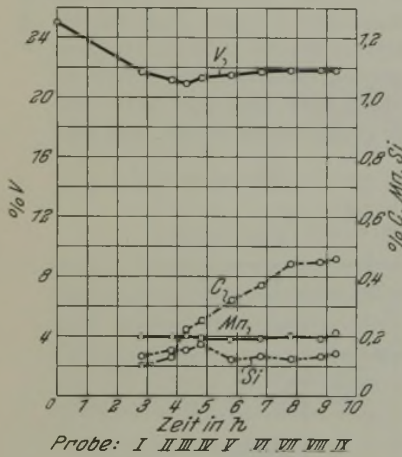


Abbildung 7. Versuchsschmelze A 2 mit Ferrovandän im Einsatz.

Das sich aus den Beobachtungen ergebende Abbrandfeld (Abb. 8) zeigt eine stark ins Auge fallende Streuung. Immerhin ist es für die Gattierung im Betrieb wichtig, zu wissen,

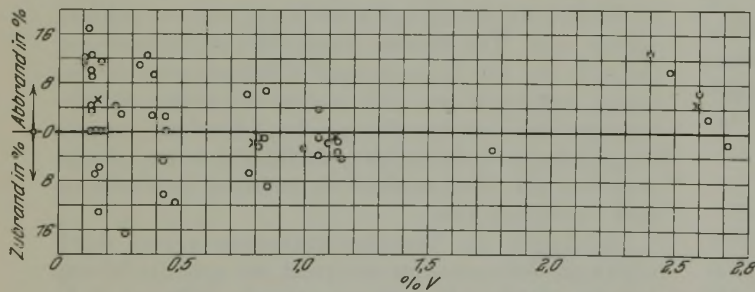


Abbildung 8. Relativer Abbrand für die Vanadinreihe.

daß erst bei höherem Vanadinegehalt eine Steigerung des relativen Abbrandes einsetzt, die ihren höchsten, hier nicht aufgeführten Wert bei den 25prozentigen als Umschmelzen geführten Schmelzungen mit rd. 10 % Abbrand erreicht. Als Ursache für Streuung und Abbrand sind folgende Umstände maßgebend.

Die außerordentlich große Verwandtschaft des Vanadins zum Sauerstoff bewirkt, daß es sich in seinem Verhalten dem des Siliziums stark nähert. Von besonderem Einfluß ist der Desoxydationsgrad des Stahlbades. Ebenso wie ein schlecht desoxydierter Stahl mehr Ferrosilizium verbraucht, so verschlackt auch sofort Ferrovandän mit dem Sauerstoffgehalt der Schmelzung. Der Vanadinsäuregehalt in der fertigen Karbidschlacke ist in den seltensten Fällen wieder restlos aus der Schlacke zu entfernen. Immer bleiben, wie die Schlacken-

Chrom.

Chrom wird als Legierungsmetall im Betrieb am meisten verwendet. So war es möglich, etwa 150 Schmelzungen aus der laufenden Erzeugung auszuwerten, und zwar handelt es sich dabei um Stähle mit Gehalten bis zu 30 % Cr. Untersucht wurde das Verhalten der im Handel erhältlichen Ferrochromlegierungen mit höchstens 0,1 % C, 1 bis 2 % C und 7 bis 8 % C. Die Untersuchung erstreckte sich auf folgende Gruppen:

- I. 1,5 % Cr Kugellagerstahl,
- II. 3 % Cr Magnetstahl,
- III. 15 % Cr rostfreier Stahl,
- IV. 30 % Cr zundersicherer Stahl.

Die Ergebnisse der ebenfalls durchgeführten Versuchsschmelzungen mit 25 % Cr sind in Zahlentafel 8 aufgeführt. Den Verlauf der als Beispiel herausgegriffenen Versuchs-

Zahlentafel 8. Ergebnisse der Versuchsschmelzungen der Chromreihe.

Nr.	Art des Einsatzes	E in % mit Herdberichtigung	F %	R %	Einschmelzschlacke			Fertigschlacke		
					FeO %	Fe ₂ O ₃ %	Cr ₂ O ₃ %	FeO %	Fe ₂ O ₃ %	Cr ₂ O ₃ %
A 9	Ferrochrom nachgesetzt	24,90	23,83	+ 4,18	6,44	2,34	1,79	0,95	0,38	0,26
A 10	Umschmelze von A 9	23,80	21,66	+ 9,11	1,16	0,82	7,94	0,65	0,10	0,44
A 7	Chrommetall im Einsatz	24,05	23,10	+ 3,84	1,70	0,35	10,34	0,21	0,50	0,23
A 8	Ferrochrom im Einsatz	24,85	22,40	+ 10,04	0,61	0,80	21,75	0,27	0,43	Sp.

Schmelzung A 7 gibt Abb. 9 im einzelnen wieder. In Abb. 10 sind sämtliche ermittelten R-Werte unter Berücksichtigung der Herdberichtigung zusammengefaßt.

Kein Legierungsmetall zeigt im Mittelwert für R eine derartige Regelmäßigkeit wie Chrom. Sowohl für Aufbaus als auch für Umschmelzchargen besteht im Chromabbrand kaum ein Unterschied. Während die Versuchsschmelzen A 7 und A 9 trotz ungünstiger Verhältnisse im Versuchsofen annähernd in den Rahmen passen, fallen die Beobachtungsergebnisse der Schmelzen A 8 und A 10 ganz aus der Reihe. Bei diesen Schmelzen ist Ferrochrom mit 7 % C verwendet worden. Für das ungewöhnliche Verhalten dieser Schmelzen konnte eine eindeutige Erklärung nicht gefunden werden.

Wie bereits eingangs erwähnt, neigt Chrom dazu, bei wesentlicher Steigerung des Kieselsäuregehaltes der Schlacke als Chromsilikat zu verschlacken. Während bei den Aufbausmelzungen der Gruppe I, die aus metallurgischen Gründen mit einer praktisch sandfreien, also kieselsäurearmen Karbidschlacke geführt werden, eine Verschlackung als Chromoxyd kaum eintritt, liegt der Fall wesentlich anders bei dem unlegierten Einsatz, der aus analytischen Gründen zur Erzeugung von rostfreiem Eisen kohlenstofffrei gehalten werden muß. Hier wird die Fertigschlacke mit siliziumhaltigen Reduktionsmitteln erzeugt. Sie enthält jetzt 20 bis 30 % SiO₂ bei annähernd gleicher Kalkmenge in Höhe von rd. 60%. Setzt man jetzt Ferrochrom zu, so zeigt die Schlacke nach beendetem Chromzusatz meistens die dem Chromoxyd eigentümliche dunkelgrüne Farbe, wenn sie auch zu weißem Pulver zerfällt. Als Beispiel seien drei Analysen dieser Schlackenart angeführt:

	I dunkelgrün bis schwarz	II grün	III hellgrün
CaO . . . %	59,35	60,46	59,83
SiO ₂ . . . %	28,60	27,00	27,68
MgO . . . %	3,55	3,44	2,01
MnO . . . %	0,46	0,23	0,36
Al ₂ O ₃ . . . %	1,88	2,26	2,08
FeO . . . %	0,33	0,48	0,67
Fe ₂ O ₃ . . . %	0,38	0,36	0,16
Cr ₂ O ₃ . . . %	0,74	0,72	0,68
SO ₃ . . . %	0,01	0,015	0,012
P ₂ O ₅ . . . %	0,012	0,024	0,030
F . . . %	vorhanden	vorhanden	vorhanden

Der Einfluß des Chromoxyds kann so weit gehen, daß die Schlacke bereits die den sauren Schlacken eigentümliche glasige Form annimmt. Jetzt zeigt sich auch deutlich die schwere Reduzierfähigkeit des Chromsilikats. Zeitlich ist

immer 1/2 h nötig, um wieder eine einwandfreie weiße Schlacke zu erhalten. Da aber während der ganzen Zeit chromoxydhaltige Schlacke verdampft, so hat man hier Verluste zu verzeichnen, die es vielleicht erklären, daß der relative Abbrand der Aufbausmelzungen der Gruppe III sogar etwas höher ist als der der Umschmelzen, bei denen nach dem Einschmelzen in kurzer Zeit eine einwandfreie Fertigschlacke hergestellt werden kann. Man hat diese

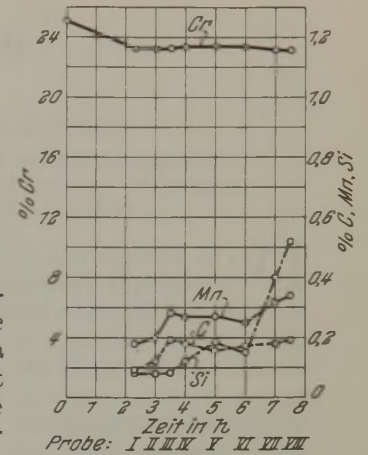


Abbildung 9. Versuchsschmelze A 7 mit Chrommetall im Einsatz.

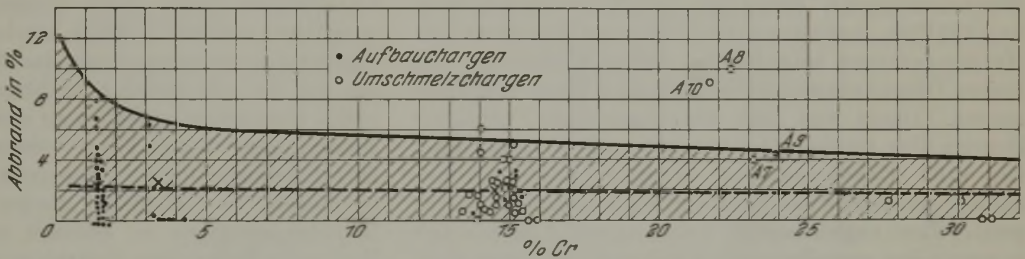


Abbildung 10. Relativer Abbrand der Chromreihe.

ungünstigen Verhältnisse auch in der Herstellung von Ferrochrom erkannt. Hier wählt man neuerdings statt der üblichen Kalk-Silikat-Schlacke eine aus Bauxit gebildete Tonerdeschlacke, die bei den üblichen Temperaturen auch die erforderliche

Dünnflüssigkeit aufweist und nicht die unangenehme Eigenschaft der starken Abbindung des Chroms besitzt. Aehnliche Gründe dürfte die Einführung von Schamotteschlacken zur Erzeugung von rostfreiem Stahl in Amerika haben.

Die absoluten Abbrandverluste (A) sind aus Abb. 11 zu sehen.

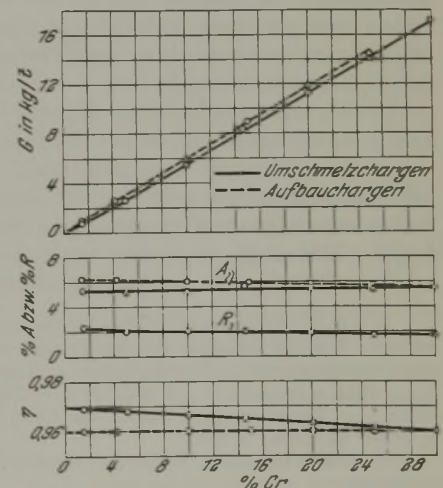


Abbildung 11. Mittlere Abbrandzahlen für Chrom.

Durch die Festlegung der Werte für η ergab sich hierbei die Tatsache, daß die Aufbausmelzungen in ihren Verlusten rein rechnerisch etwas höher lagen als die Umschmelzen, während praktisch durch die Streuung der Werte die Verluste wohl als gleich angesetzt werden können. Analytische Schwierigkeiten traten nicht auf.

[Schluß folgt.]

Behinderte Formänderung in Schweißnähten.

Von Franz Bollenrath in Aachen.

[Mitteilung aus dem Aerodynamischen Institut an der Technischen Hochschule in Aachen.]

(Messungen an autogen und elektrisch hergestellten V-Nähten über die Höhe und Verteilung der Schweißspannungen in Abhängigkeit von der Plattenstärke. Behinderung der Formänderung durch räumliche, ungleichmäßig verteilte Eigenspannungen. Bedeutung der behinderten Formänderung für die Festigkeit der Schweißverbindungen.)

Daß in autogen und elektrisch hergestellten Schweißverbindungen Spannungen in Höhe der Streckgrenze und auch darüber hinaus bestehen, ist durch neuere Arbeiten über Schweißspannungen bekannt¹⁾. Je besser die angewendeten Meßverfahren sich dazu eignen, örtliche Spannungen zu erfassen dadurch, daß entweder bei zerstörenden Verfahren die Meßstrecken verkleinert und der Einfluß breiter Nachbargebiete verringert oder, wie bei Untersuchungen mit Röntgenstrahlen, ein mechanischer Eingriff in den Werkstoff vermieden wurde, ergaben sich immer höhere Spannungen in den Nähten oder in deren unmittelbarer Nachbarschaft, als man bislang vermutet hatte.

Bei den hohen örtlichen und zeitlichen Temperaturgefällen während der Herstellung einer Schweißnaht und den damit von Faser zu Faser sehr unterschiedlichen Wärmedehnungen²⁾ treten in Schweißverbindungen dreiachsige Spannungszustände auf, bei denen alle Hauptspannungen besonders bei dicken Werkstücken mit steifen Querschnittsformen beträchtliche Werte annehmen müssen. Damit sind nach den allgemeinen Festigkeitstheorien über elastische Grenzzustände die Bedingungen für eine Erhöhung der Streckgrenze gegeben; darüber hinaus wird eine Erhöhung der Streckgrenze hervorgerufen durch ungleichmäßige Spannungsverteilungen, denen in neuerer Zeit wieder besondere Beachtung³⁾ geschenkt wird. Gerade die Höhe des Spannungsgefälles ist in vielen Fällen bestimmend für eine Erhöhung der Streckgrenze, wo durch einen räumlichen Spannungszustand allein eine Behinderung plastischer Formänderung nicht zu erklären ist, so bei Biegeversuchen mit Streckgrenzenerhöhungen um mehr als 50 %, bei Flachstäben mit Spitzkerben (Erhöhung der Streckgrenze um mehrere 100 %) und ebenso bei Augenstäben und gelochten Stäben⁴⁾ mit einer Streckgrenzenerhöhung auf etwa das Drei- und Vierfache der beim einfachen Zugversuch ermittelten.

Im folgenden werden einige Ergebnisse von Spannungsmessungen in Schweißnähten an frei beweglichen Platten aus Flußstahl St 37 mitgeteilt, die Spannungsspitzen weit über der Streckgrenze des einfachen einachsigen und gleichmäßigen Spannungszustandes zeigen. Hier liegt ein bisher wenig bekannter Fall der erhöhten Streckgrenze bei Eigenspannungen vor. Bei der

Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, daß Vergleiche von Spannungszuständen in geschweißten Verbindungen an verschiedenen Proben nur schwer anzustellen sind, da sich — was auch leicht verständlich erscheint — gezeigt hat, daß die jeweilige Handhabung und die ganze Durchführung eines Schweißverfahrens bei ein und derselben Schweißart Eigenspannungen von sehr unterschiedlicher Verteilung und Höhe erzeugen kann. Die Versuche, die hier herangezogen wurden, erlaubten eine zahlenmäßig genaue Auswertung, weil alle Proben von demselben geübten Schweißer unter gleichbleibenden Bedingungen ausgeführt wurden.

Die Untersuchungen beschäftigten sich mit den beiden Hauptgruppen der gebräuchlichen Schweißverfahren, mit Gasschmelzschweißung und elektrischer Lichtbogenschweißung. In beiden Fällen wurden gut ausgeglühte Platten verschiedener Dicke durch gerade, gleichmäßig schnell ausgeführte einfache V-Nähte miteinander verbunden. Zur Spannungsbestimmung diente das Matharsche Verfahren⁵⁾, das, mit der erforderlichen Sachkenntnis angewendet, sich in den verschiedensten Fällen als sehr zuverlässig und genau erwiesen hat. Außer bisher veröffentlichten Ergebnissen über Eigenspannungen in gewalzten Profilen, Schweißverbindungen und Gußstücken wurden mit Erfolg Bau- und Betriebsspannungen in Brücken gemessen. Ein großer Vorzug des Matharschen Verfahrens gegenüber allen anderen bisher bekanntgewordenen ist der Umstand, daß man — vorläufig wenigstens qualitativ — einen Anhalt für die Spannungsverteilung über die Tiefe erhält, und daß man mit allen praktisch notwendigen Meßlängen bis herunter zu mindestens 2 mm bei stereophotogrammetrischer Auswertung arbeiten kann.

Die folgenden Betrachtungen beziehen sich im allgemeinen auf die höchsten in den Nähten gemessenen Paare von Hauptspannungen in Richtungen parallel zur Plattenmittelebene. Bei gleichmäßig ohne Unterbrechung durchgeführten Schweißungen in nicht zu kurzen Nähten verlaufen in genügender Entfernung vom Plattenrande in Nahtmitte die Hauptspannungen in und quer zu der Nahtichtung gleichgerichtet und senkrecht zur Mittelebene. Berücksichtigt sind hier nur reine Nahtspannungen. Bei Bau- und Betriebsspannungen, die zusätzlich zu den Nahtspannungen infolge des Einbaues der zu verschweißenden Teile in einen Verband auftreten, können die Hauptspannungen anders gerichtet sein. Die Hauptspannungen senkrecht zur Mittelebene können noch nicht unmittelbar bestimmt werden. Bevor im einzelnen die bei den Nahtspannungen auftretende Formänderungsbehinderung besprochen wird, seien kurz einige Ergebnisse mitgeteilt.

Ergebnisse an autogenen Schweißverbindungen.

Platten mit einer Dicke von 15, 10 und 5 mm wurden mit Zusatzdraht GV₁ in einer durchgehenden Lage miteinander verschweißt. Die Platten wurden zum Teil elektrisch vorgeheftet, teils auf Keilspalt gelegt; bei anderen wiederum wurde eine Nachbehandlung durch Schmieden vorgenommen. Die Schweißung wurde mit der für einen

¹⁾ Vgl. F. Bollenrath: Ueber Eigenspannungen in Schweißnähten. Vortrag, gehalten auf der Tagung des Fachausschusses für Schweißtechnik im Verein deutscher Ingenieure am 27. Februar 1934 in Düsseldorf. H. Möller u. J. Barbers: Mitt. Kais.-Wilh.-Inst. Eisenforsch., Düsseldorf., 16 (1934) S. 21/31; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 375.

²⁾ F. Wörtmann u. W. Mohr: Schweiz. Bauztg. 100 (1932) S. 243/46.

³⁾ A. Thum und F. Wunderlich: Forschg. Ing.-Wes. 3 (1932) S. 261/70; W. Buchmann: Forschg. Ing.-Wes. 5 (1934) S. 36/48; A. Thum und W. Buchmann: Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 627/35 (Werkstoffaussch. 267); E. Siebel und F. H. Vieregge: Arch. Eisenhüttenwes. 7 (1933/34) S. 679/82 (Werkstoffaussch. 270); Th. v. Kármán: Verh. 2. intern. Kongreß techn. Mech. Zürich 1926; W. Prager: Forschg. Ing.-Wes. 4 (1933) S. 95/97.

⁴⁾ J. Mathar: Forsch.-Arb. Ing.-Wes. Nr. 306 (1928); G. Bierett: Mitt. dtsh. Mat.-Prüf.-Anst., Sonderheft XV (1934) S. 31.

⁵⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 6 (1932/33) S. 277/81 (Werkstoffaussch. 202).

geübten Schweißer normalen Geschwindigkeit durchgeführt. Bei den ganzen Untersuchungen wurde der Hauptwert auf einfache, leicht wiederholbare Verhältnisse gelegt und nicht auf Anwendung von Verfahren, die eine möglichst niedrige Nahtspannung ergeben, weil vorerst einmal zu klären war, in welcher Höhe überhaupt Eigenspannungen sich entwickeln. Die Festigkeitseigenschaften des Plattenwerkstoffes und des in die Naht eingeschmolzenen Zusatzwerkstoffes waren ziemlich gleich. Dies ist für die Auswertung der Messungen sehr günstig. Im einzelnen wurde gefunden:

	Platte	Zusatzdraht
Elastizitätsmodul	kg/mm ² 19 750	19 700
Streckgrenze	kg/mm ² 24,7—26	22—26
Zugfestigkeit	kg/mm ² 36,3	36,2

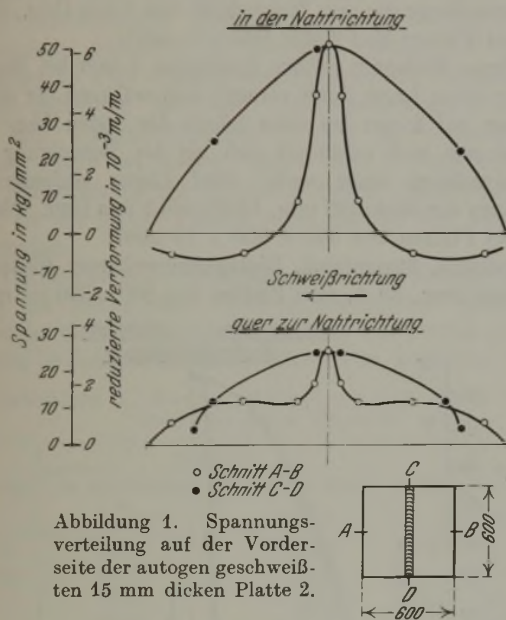


Abbildung 1. Spannungsverteilung auf der Vorderseite der autogen geschweißten 15 mm dicken Platte 2.

Folgende Proben sind für die hier angestellten Ueberlegungen von Wert:

1. ungeteilte Platte, 600 × 600 × 15 mm³ groß; über eine Breite von 80 bis 100 mm mit dem Gasbrenner bis zum oberflächlichen Anschmelzen erwärmt. Die Spannungen entstehen unbeeinflusst von einem andersgearteten Werkstoff in der Naht;
2. Schweißnaht durch Rechtsschweißung, elektrisch vorgeheftet an zwei Platten mit den Abmessungen 600 × 300 × 15 mm³;
3. Schweißnaht durch Rechtsschweißung, elektrisch vorgeheftet, zwei Platten mit den Abmessungen 600 × 300 × 10 mm³;
4. Schweißnaht durch Rechtsschweißung, elektrisch vorgeheftet, zwei Platten mit den Abmessungen 600 × 300 × 5 mm³;
5. Schweißnaht durch Rechtsschweißung, elektrisch vorgeheftet, Naht in Hellrotglut gehämmert, zwei Platten mit den Abmessungen 600 × 300 × 15 mm³;
6. Schweißnaht bei offenem Keilspalt, bis zur Mitte Rechtsschweißung, dann Linksschweißung, Abmessungen 600 × 300 × 15 mm³.

In Abb. 1 ist eine für die 15 mm dicken Platten bezeichnende Spannungsverteilung dargestellt. Hierbei wurden nur zwei Hauptschnitte durch die Plattenmitte berücksichtigt, und zwar in und quer zur Nahtichtung. Aufgezeichnet sind für beide Schnitte die Zug- und Druckspannungen in Richtung der Naht und quer zur Naht. Vollständiges Gleichgewicht der Kräfte und Momente besteht

bei dieser Darstellung nicht und kann auch keineswegs erwartet werden, da nicht der Spannungsmittelwert an jeder Stelle ermittelt wurde. Auf Vorder- und Rückseite der Platte sind an gegenüberliegenden Punkten die Spannungen sehr verschieden, und über die Dicke ändern sie sich besonders in der Naht selbst und in ihrer nächsten Nähe in wechselndem Sinne oft noch sehr stark. Die Mittelwerte von beiden Seiten ergeben dagegen in befriedigendem Maße Gleichgewicht für Kräfte und Momente, da nach dem Bohrvorgang nicht nur die an der Oberfläche herrschende Spannung, sondern immerhin über eine gewisse Tiefe ein Mittelwert gemessen wird, wobei natürlich die Spannungen zunächst der Oberfläche einen größeren Einfluß haben als die in größerer Tiefe.

Aber diese Umstände sind für die hier angestellten Betrachtungen nicht so wichtig wie das Verhältnis zwischen den örtlich herrschenden Spannungen, von denen die Höchstspannungen daraufhin untersucht werden sollen, inwiefern sie mit den Lehren der Elastizitätstheorie in Einklang stehen. In *Zahlentafel 1* sind die Höchstwerte und Unterschiede der Hauptspannungen aufgeführt. Die

Zahlentafel 1. Meßergebnisse an den autogenen Schweißverbindungen.

Probe	Größte Spannung		Spannungsunterschied $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/mm ²
	in Nahtichtung σ_1 kg/mm ²	quer zur Naht σ_3 kg/mm ²	
1	49,5	20,9	28,6
2	50,6	25,4	25,2
3	24,2	— 2,5	26,7
4	29,5	3,5	26,0
5	20,5	— 7,0	27,5
6	46,7	20,5	26,2
	32,0	6,5	25,5

Kenntnis zweier Hauptspannungen genügt indessen nicht zu einer Entscheidung über ihre Existenzmöglichkeit, wenn die Gültigkeit der Mohrschen Theorie für elastische Grenzzustände zugrunde gelegt wird. Die zweite Hauptspannung allein kann nach den zahlreichen Untersuchungen⁶⁾ der letzten Jahre eine Erhöhung der Streckgrenze um höchstens 15 % verursachen. Bei schneller Abkühlung sind räumliche Spannungszustände an Stäben von gleicher Dicke wie bei den hier verschweißten Platten, die oft zu spröden Brüchen an sonst sehr dehnbaren Werkstoffen führen, eine gewohnte Erscheinung. Bei den Platten ist genügend Querschnitt und Oberfläche zu einer schnellen Ableitung der Wärme von der Schweißstelle vorhanden. Für die Annahme, daß quer zur Plattenmittelebene Zugspannungen σ_2 von der Größe der quer zur Nahtichtung in der Mittelebene vorhandenen Spannungen σ_3 entstehen, ergibt sich kein Widerspruch. Andererseits muß zwischen diesen Spannungen senkrecht zur Mittelebene und der Plattendicke eine Beziehung derart bestehen, daß sie mit der Plattendicke abnehmen. Unter der Voraussetzung, daß sie mindestens gleich der Spannung quer zur Naht sind, ist eine solche mögliche Beziehung in *Abb. 2* dargestellt. Diese zeigt, daß schon bei einer Plattendicke von 11 mm die zweite Hauptspannung σ_2 Null werden darf, ohne daß der Grenzzustand an der Streckgrenze $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma_F$ überschritten wird. Wahrscheinlich wird sie aber erst auf Null absinken, wenn die Plattendicke ebenfalls Null wird. Daher könnte für die Plattenstärken von 0 bis 15 mm z. B. eine derartige Beziehung zwischen mittlerer Hauptspannung und Plattendicke vorhanden sein, wie sie in *Abb. 2* angenommen wurde.

⁶⁾ W. Lode: Forsch.-Arb. Ing.-Wes. Nr. 303 (1928); dort Angabe weiteren Schrifttums; P Ludwik: Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 537/42 (Werkstoffaussch. 121).

Unbedingt notwendig für die Entstehung der gemessenen Spannungen in und quer zur Naht ist es nicht, daß die Spannung senkrecht zur Plattenebene bei Plattendicken über 11 mm gleich der Spannung quer zur Nahtichtung ist, da eine stark veränderliche Spannungsverteilung vorliegt, die für sich die Streckgrenze schon um 50 % erhöhen kann. Vorausgesetzt, daß ein genügend hohes Gefälle für die Spannungen in der Plattenebene zu einer 50prozentigen Erhöhung der Streckgrenze auftritt, braucht die Spannung quer zur Plattenebene bei den 15 mm dicken Platten nur noch 10 kg/mm² zu sein, damit bei einem dreiachsigen Spannungszustand die Fließbedingung gerade erfüllt wird.

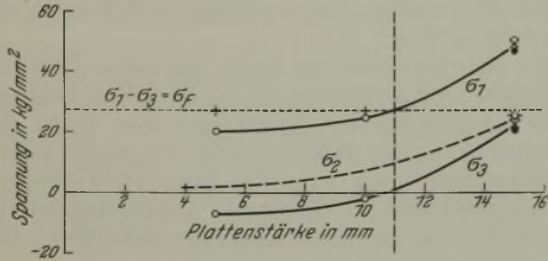


Abbildung 2. Eigenspannung in der Mitte von autogen hergestellten Schweißnähten bei verschiedenen Plattenstärken.

In den Schweißnähten wird durch die Eigenspannungen nach Dehnungsmessungen bei einachsiger zusätzlicher Beanspruchung in Nahtichtung durch äußere Kräfte tatsächlich der Grenzstand für Fließen gerade erreicht. Da außerdem der Unterschied der Spannungen in und quer zur Nahtichtung die Mohrsche Theorie für den Fließbeginn nach *Zahlentafel 1* gerade erfüllt, ist der Beweis für die Verträglichkeit dieser beiden Spannungen als größter und kleinster Hauptspannungen gegeben. *Abb. 3* zeigt in der Mohrschen Darstellung, daß die gemessenen Spannungen

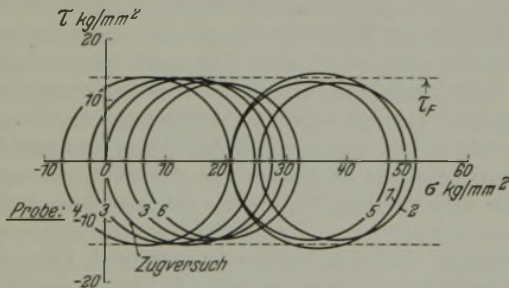


Abbildung 3. Eigenspannungszustände in autogen geschweißten Nähten in Mohrscher Darstellung.

in keinem Falle die Fließgrenzbedingung überschreiten. Besonders zeigt sich, daß in der Verlagerung der Spannungskreise nach links mit abnehmender Plattendicke der Spannungszustand der vorhin gestellten Forderung für die mittlere Hauptspannung gerecht wird. Nach der Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften von der Temperatur ist es als sicher zu betrachten, daß während des Erkaltes der Schweiße Fließen und damit Verfestigung eintritt, so daß zu den notwendigen ein weiterer Punkt für die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Spannungsmessungen gegeben ist.

Ergebnisse an elektrisch geschweißten Verbindungen.

Bei den elektrisch geschweißten Nähten liegen die Verhältnisse nicht so einfach wie bei den autogen geschweißten. Die Naht bedeutet, abgesehen von der Gefügeausbildung, eine erhebliche Ungleichmäßigkeit in der Schweißverbindung, da der in die Naht niedergeschmolzene Werkstoff wesentlich höhere Festigkeitseigenschaften mit ganz anderer Abhängigkeit von der Temperatur hat als die anschließenden

Platten. Als Zusatzstoff diente eine ummantelte Elektrode mit folgenden Festigkeitseigenschaften:

Elastizitätsmodul	19 550 bis 20 150 kg/mm ²
Streckgrenze	39,5 bis 50 kg/mm ²
Zugfestigkeit	50 bis 58 kg/mm ²
Dehnung an der Streckgrenze .	1,25 bis 2 %
Bruchdehnung	5 bis 10,2 %

Die vergleichbaren Proben sind folgende:

7. durchgehende Raupen, zwei Lagen mit Zusatzdraht von 4 mm Dmr. bei 120 A, drei Lagen mit Zusatzdraht von 5 mm Dmr. bei 140 A verschweißt, zwei Platten von 300 × 600 × 15 mm³;
8. durchgehende Raupen, Zusatzdraht von 4 mm Dmr., 120 A, zwei Platten von 300 × 600 × 10 mm³;
9. Schweißung wie vor, Zusatzdraht von 4 mm Dmr., 80 A, zwei Platten von 300 × 600 × 5 mm³;
10. offener Keilspalt, größte Spaltweite 7 mm bei Beginn der ersten Lage; Spalt verengt sich während der ersten Lage auf 2 mm bei einer Länge der ersten Lage von 150 mm und verändert sich bis zur Beendigung der Schweißung nicht mehr; fünf Lagen stufenförmig, Länge der Stufe 120 mm, Elektrode 5 mm Dmr., 140 A, zwei Platten von 300 × 600 × 15 mm³;
11. Keilspalt, Stumpfstoß, Einlagenschweißung; Elektrode 2 mm Dmr., 35 A, zwei Platten von 600 × 300 × 3 mm³.

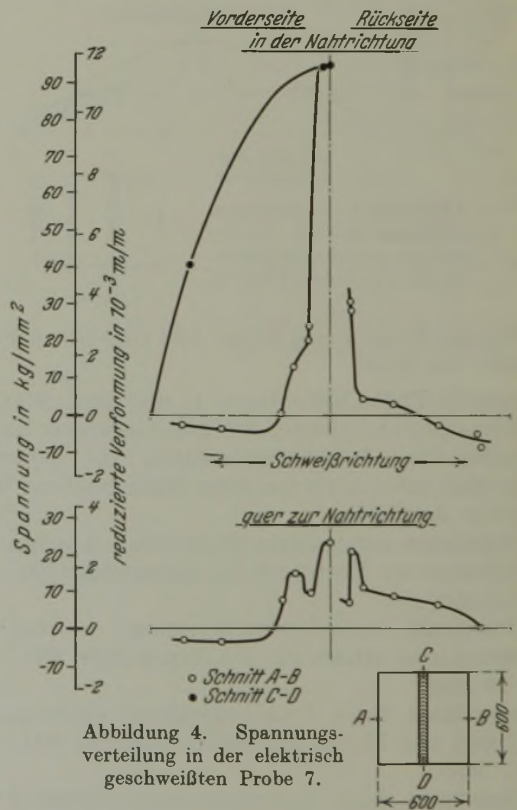


Abbildung 4. Spannungsverteilung in der elektrisch geschweißten Probe 7.

Schon infolge einer schmalen Erwärmungszone allein entstehen, wie Versuche an ungeteilten Platten zeigten, um beinahe 50 % höhere Eigenspannungen als bei breiter Erwärmungszone. Hier kommt dazu, daß der Nahtwerkstoff eine erheblich höhere Festigkeit bei gehobenen Temperaturen hat als in den Autogenverbindungen. Diese Umstände bedingen dreiachsige Eigenspannungszustände, die, u. a. ebenfalls wieder stark abhängig von der Plattendicke, in vielen Fällen in Nahtmitte für den Zusatzwerkstoff den Grenzstand für die Fließbedingung erreichen.

Alle durch die Verbindung und durch die hohen Festigkeitseigenschaften des Nahtwerkstoffes bedingten Ungleich-

mäßigkeiten kommen in der Spannungsverteilung zum Ausdruck. Abb. 4 gibt die Spannungsverteilung über zwei Hauptquerschnitte der Probe 7 wieder. Bei den Spannungen in dem Schnitt quer zur Nahtrichtung ist der scharfe Anstieg zur Spannungsspitze in Nahtmitte besonders ausgeprägt; hier ist bei der Verteilung der Spannungen in Richtung senkrecht zur Naht der Abfall neben der Naht beachtenswert, der darauf hindeutet, daß der Nahtwerkstoff viel größere Spannungen wegen seiner höheren Streckgrenze aufnehmen kann als der anschließende Plattenwerkstoff, der keine entsprechend hohe elastische Dehnungen bei dem neben der Naht herrschenden Spannungszustand verträgt und über einen schmalen Bereich wahrscheinlich plastisch verformt worden ist. Daher ist ein Gebiet entstanden, in dem die Spannungen abgesunken sind. Ähnliche Erscheinungen sind häufig an Schweißnähten zu beobachten, besonders bei dünneren Platten, und dies zur Hauptsache wohl deshalb, weil die quer zur Plattenmittelebene gerichtete Spannung nicht mehr hoch genug ist, um eine Formänderungsbehinderung aufrechtzuerhalten. Ferner treten bei langen Nähten auch in Nahtmitte quer zur Nahtichtung über gewisse Bereiche Druckspannungen auf, die bei dicken Platten sonst nur an den Nahtenden erscheinen.

Von den oben beschriebenen Proben verschiedener Dicke sind die Höchstwerte zusammengehörender Spannungen — meistens in Nahtmitte — und der Unterschied zwischen beiden in *Zahlentafel 2* aufgeführt. Von der Probe 10 sind

Zahlentafel 2. Meßergebnisse an den elektrisch geschweißten Proben.

Probe	Spannung		Spannungsunterschied $\sigma_1 - \sigma_3$ kg/mm ²
	in Nahtichtung σ_1 kg/mm ²	quer zur Naht σ_3 kg/mm ²	
7	95,1 ¹⁾	23,0	72,1
10	94,3 ¹⁾	58,9	35,4
	23,8 ²⁾	— 26,2	50,0
	26,0 ³⁾	— 24,0	50,0
9	49,5 ¹⁾	6,7	42,8
8	73,0 ¹⁾	8,0	65,0
	41,0 ⁴⁾	— 8,7	49,7
11	33,1 ¹⁾	— 15,0	48,1

1) Höchste Spannung. — 2) 50 mm vom Nahtende entfernt. — 3) 95 mm vom Nahtende entfernt. — 4) 100 mm vom Nahtende entfernt.

noch zwei Spannungszustände in der Naht 50 und 95 mm vom Nahtende und von der Probe 8 100 mm vom Nahtende entfernt herausgegriffen. Die Spannungen parallel zur Mittelebene sind wieder wie bei der Autogenschweißung als größte und kleinste Hauptspannung angesetzt. Der so erhaltene Hauptspannungsunterschied entspricht nicht in jedem Falle der Mohrschen Bedingung für den Grenzzustand an der Streckgrenze, zumal nicht bei den größeren Plattenstärken. Nun besteht ja einerseits eine gewisse Unsicherheit für die Annahme einiger dieser Spannungspaare als größter und kleinster Hauptspannung insofern, als keine entsprechenden Fälle mit derartigen Werkstoffungleichmäßigkeiten bisher klargestellt worden sind. Andererseits ist aber bei den vorhandenen, außerordentlich hohen Spannungsgefällen in einer Erhöhung der Streckgrenze um 40 % bei der Probe 7 und um 30 % bei der Probe 8 nichts Außergewöhnliches zu erblicken, wenn verwandte Fälle bei der Verdrehung von dickwandigen Rohren⁷⁾ und bei Biegung⁸⁾ hiermit verglichen werden. Wenn bei Probe 10 die nicht unberechtigte

Annahme gemacht wird, daß infolge der Wärmeschrumpfungen doch der Grenzzustand für Fließen erreicht ist, da bei kleinsten zusätzlichen Beanspruchungen durch äußere Kräfte bleibende Dehnungen verzeichnet werden, so ergibt sich für die Hauptspannung quer zur Plattenmittelebene an der betreffenden Stelle im ungünstigsten Falle ein Wert von 45,3 kg/mm², die dann als kleinste Hauptspannung einzuführen ist, anstatt der bisher dafür angesetzten Spannung quer zur Naht, deren Höhe zu 58,9 kg/mm² gemessen wurde.

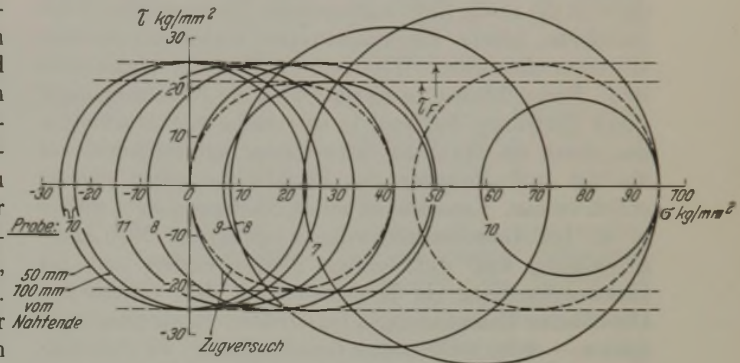


Abbildung 5. Eigenspannungszustände in elektrisch geschweißten Nähten in Mohrscher Darstellung.

Die gesamten Spannungsverhältnisse sind in *Abb. 5* nach Mohr dargestellt. Man sieht, daß ohne Berücksichtigung der ungleichmäßigen, schnell sich ändernden Spannungsverteilung fast alle Spannungskreise angeben, daß in der Naht nahezu oder gerade der Grenzzustand erreicht ist. Nach *Abb. 6* nimmt mit abnehmender Plattendicke in Uebereinstimmung mit den an den autogenen Schweißverbindungen

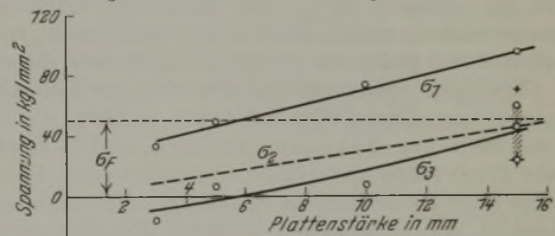


Abbildung 6. Eigenspannungen in der Mitte elektrisch hergestellter Schweißnähte bei verschiedenen Plattenstärken (Proben 7 bis 9).

festgestellten Verhältnissen naturgemäß die Formänderungsbehinderung ab; die entsprechenden Spannungskreise verlagern sich in *Abb. 5* nach links. Die Störung der Spannungsverteilung in Nahtnähe durch den Zusammenbau zweier Werkstoffe mit sehr verschiedenen Festigkeitseigenschaften ist mit ein Grund für die merkwürdige Bruchausbildung neben Schweißnähten. Dem Plattenwerkstoff werden durch den Nahtwerkstoff mit der um mehr als 100 % höheren Streckgrenze unnatürlich hohe Beanspruchungen infolge behinderter Formänderung aufgezwungen.

Die Bedeutung der behinderten Formänderung für die Festigkeit der Schweißverbindungen.

Von vornherein sei darauf aufmerksam gemacht, daß Spannungsanhäufungen in Schweißnähten in dem Maße wie bei den hier vorgeführten Proben nicht unvermeidlich sind. Durch besonderes Vorgehen bei der Schweißung können die Spannungen bedeutend niedriger gehalten werden, so daß sie auch bei Plattenstärken über 10 mm in einzelnen Fällen die Streckgrenze nicht mehr überschreiten. Maßgebend ist weiter immer die höchste bei den an der Schweißverbindung beteiligten Werkstoffen vorkommende Streckgrenze. Daher ist als Grundforde-

7) Guest: Philos. Mag. (1940) S. 69; M. Enßlin: Z. VDI 72 (1928) S. 1625/34.

8) A. Thum und F. Wunderlich: Forschg. Ing.-Wes. 3 (1932) S. 262/64.

rung aufzustellen, daß Zusatzwerkstoff im niedergeschmolzenen Zustande und Plattenwerkstoff möglichst gleiche Festigkeitseigenschaften haben. Daß z. B. St 37 durch Elektroden mit einer Streckgrenze über 30 kg/mm² verschweißt werden, ist sehr unzweckmäßig. Die Elektroden, die bei den hier erwähnten Proben als Zusatzwerkstoff dienten, sind z. B. für Schweißnähte an Baustahl St 52 zu wählen. Es ist nicht vorteilhaft, in der Naht bessere Festigkeiten zu haben als neben der Naht, da sonst die an die Naht angrenzenden Plattenstreifen durch mehrfache höhere Eigenspannungen vorbelastet werden, als wenn die beiden Werkstoffe aufeinander abgestimmt sind. Ferner können in vielen Fällen die Nahtspannungen durch Einteilung der Naht in eine Reihe von Abschnitten und durch die Wahl der Schweißfolge mit Rücksicht auf die Art und Richtung der Betriebsspannungen günstig erzielt werden. Vermindernd auf die Nahtspannungen wirken u. a. bei Gasschmelzschweißung Keilspalt, Mehrlagenschweißung und wurzelseitiges Nachschweißen und bei Elektroschweißung ein Nachglühen mit dem Gasbrenner. Die höheren Bauspannungen bei breiterer Erwärmungszone spielen — wenn nicht andere Gesichtspunkte, wie Formhaltung und Ähnliches, eine unbedingte Forderung sind — gegenüber den vielfach höheren Nahtspannungen keine Rolle. In keinem Falle werden sich jedoch an allen Stellen der Naht Spannungen in Höhe der Streckgrenze vermeiden lassen.

Betriebsbeanspruchungen werden in der Regel nur einachsiger oder zweiachsiger sein. Für den Eintritt eines Grenzspannungszustandes ist jedoch von den drei möglichen Hauptspannungen immer der größte Hauptspannungsunterschied maßgebend. Die mittlere Hauptspannung verlagert die Streckgrenze um höchstens 15 %. Die Spannungen quer zur Plattenmittelebene werden durch äußere Kräfte nicht verändert, sind aber gering und werden bei zusätzlichen ebenen oder einachsigen Spannungszuständen bald zur kleinsten Hauptspannung. Daraus folgt, daß durch äußere Lasten ein gefährlicherer Spannungszustand, der zu einem spröden Bruch führt, nur selten erreicht werden kann. Vielmehr rufen die zusätzlichen Spannungen meistens einen Unterschied der größten und kleinsten Hauptspannung gleich der Streckgrenzenspannung bald hervor, damit Fließen und einen Spannungsabbau. Wenn im Betriebe trotzdem öfters spröde Brüche beobachtet werden, so sind dafür nicht die Eigenspannungen allein verantwortlich zu machen, sondern meistens irgendwelche Ungleichmäßigkeiten, die wie Kerben wirken und beträchtliche Spannungsanhäufungen verursachen: die Gefügeausbildung in der Naht oder neben der Naht, Alterung, Entkohlung, Gas-

aufnahme und ähnliche Erscheinungen. Eigenspannungen und Betriebsspannungen zusammen können nur in seltenen Fällen eine Formänderungsbehinderung bis an die Trennfestigkeit bedingen.

Zusammenfassung.

Infolge räumlicher Eigenspannungszustände und ungleichmäßiger Spannungsverteilung treten in Schweißnähten Formänderungsbehinderungen auf, die eine starke Erhöhung der Streckgrenze zur Folge haben. An Schweißverbindungen von ebenen Platten verschiedener Dicke zeigt sich deutlich eine Abhängigkeit der Formänderungsbehinderung von der Plattenstärke, zum Teil als Folge der mit sinkender Plattendicke abnehmenden Hauptspannung, die senkrecht zur Plattenmittelebene gerichtet ist.

Bei den untersuchten autogenen Schweißnähten ist ein dreiachsiger Spannungszustand allein der Grund für die Formänderungsbehinderung. Die höchsten Spannungen befinden sich in Nahtmitte und erhöhen die Streckgrenze bei Plattenstärken von 11 mm ab aufwärts. Bei 15 mm dicken Platten beträgt die Streckgrenzenerhöhung bereits etwas über 100 %. Wie aus der Größe der einzelnen Hauptspannungen hervorgeht, befinden sich bei allen durchgemessenen Proben die Nähte im Grenzzustand für den Eintritt des Fließens. Bei Ueberlagerung eines einachsigen oder ebenen Spannungszustandes durch äußere Kräfte tritt sofort Fließen und damit Spannungsabbau ein, da eine Hauptspannung nicht verändert und so der für die Fließbedingung erforderliche Hauptspannungsunterschied bald erreicht wird.

Die geprüften, mit ummantelten Elektroden elektrisch geschweißten Verbindungen stellen eine erhebliche Ungleichmäßigkeit in den Werkstoffeigenschaften dar, da der in die Naht niedergeschmolzene Zusatzwerkstoff eine mehr als doppelt so hohe Streckgrenze als der Plattenwerkstoff hat. Infolgedessen werden schroffe Änderungen in der Spannungsverteilung erzeugt, die zusammen mit der Räumlichkeit des Spannungszustandes eine Streckgrenzenerhöhung bis zu 90 % in der Naht bewirken. Die Formänderungsbehinderung steigt durch die ungleichmäßige Spannungsverteilung über das Maß hinaus, das nach der auf die Fließgrenze angewandten Mohrschen Theorie erwartet werden kann, bei den 10 mm dicken Platten um 30 % und bei den 15 mm dicken Platten um 44 %. Auch hier ist durch die Eigenspannungen im wesentlichen in den Nähten der Grenzspannungszustand für Fließen erreicht. Bei zusätzlichen ein- und zweiachsigen Belastungen setzen Fließen und Spannungsabbau ein aus den gleichen Gründen, die vorhin für die autogen geschweißten Verbindungen erwähnt wurden.

Umschau.

Betriebswirtschaftliche Untersuchungen an einem Tiefofenbetrieb.

Der ungewöhnlich hohe Wärmeverbrauch einer Tiefofenanlage mit rd. 200 000 kcal/t Durchsatz ließ vermuten, daß die Bauart oder die Einstellung der Ofen mangelhaft sei. Die Anlage besteht aus vier mischgasbeheizten Oefen. Die Oefen 1 und 2 mit je zwölf Gruben hatten vornehmlich Thomasstahlblöcke, die Oefen 3 und 4 mit je zehn Gruben hauptsächlich Siemens-Martin-Stahlblöcke als Einsatz.

Die wärmetechnische Untersuchung zeigte im Gegensatz zur ersten Vermutung, daß die Oefen gut eingestellt waren, und daß sowohl die Bauart als auch die Pflege der Oefen gut war. Die Aufstellung der Bilanz ergab einen Abgasverlust von 31 %, für die Oefen 1 und 2 einen Wärmeverbrauch von 100 000 kcal/t, für die Oefen 3 und 4 350 000 kcal/t.

Die einzige Möglichkeit zur Verminderung des Wärmeverbrauches bot eine stärkere Ausnutzung der Gruben in dem Maße, daß ein Ofen mit zehn Gruben außer Betrieb genommen werden konnte. Die Berechnung des Wärmeverbrauches ergab dann

einen durchschnittlichen Verbrauch von 105 000 kcal/t, und zwar von 45 000 kcal/t für die Thomasblöcke und 260 000 kcal/t für die Siemens-Martin-Stahlblöcke, allerdings unter der Voraussetzung einer kürzeren Anfahrzeit der Siemens-Martin-Stahlblöcke, die bisher sehr stark abgekühlt ankamen.

Es galt nun zu entscheiden, ob der Betrieb mit den dann verbleibenden 34 Gruben auskommt. Der Tagesdurchsatz ist 260 Blöcke zu 3 t = 780 t. Die Betriebszeit von Stahlwerk und Blockstraße ist 18 h je Tag, die Pausen dauern von 5 bis 7 und von 16 bis 20 Uhr. Das Siemens-Martin-Werk arbeitet natürlich durchgehend.

Der zeitliche Ablauf des Stahlwerks- und Walzbetriebes ist durch folgende Werte gegeben:

Schmelzenfolgezeit im Thomaswerk	30 min
Blockzahl je Schmelze	5
Zahl der Siemens-Martin-Stahlschmelzen	6 (3 zu 60 t = 20 Blöcke) (3 zu 45 t = 15 Blöcke)

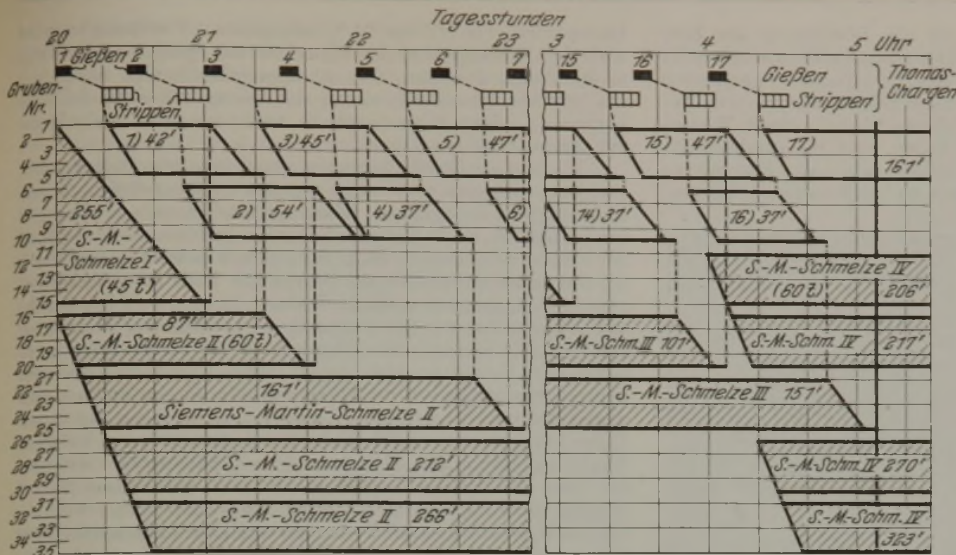


Abbildung 1. Ausschnitt aus dem Fahrplan des Betriebsablaufs.

Tagesleistung: 170 Thomas-Blöcke = 510 t
 90 Siemens-Martin-Blöcke = 270 t
 780 t

Stehzeit in der Kokille (Thomaswerk)¹⁾ 20 min
 Dauer des Abstreifens 3 min
 Dauer für Einsetzen in die Gruben . 2 min
 Ausgleichdauer in den Gruben¹⁾ . . 40 min
 Blockfolgezeit der Blockstraße . . . 4,1 min.

Mit Rücksicht auf die Blockzahl der schweren Siemens-Martin-Stahlschmelzen sind die Ofen 1 und 2 mit 24 Gruben den Siemens-Martin-Stahlschmelzen zugeteilt; für die Thomasstahlerzeugung steht mithin Ofen 3 mit nur 10 Gruben zur Verfügung. Die Thomasstahlerzeugung in 18 h Betriebszeit umfaßt 170 Blöcke. Verfügbar sind bei 10 Gruben 180 Grubenstunden. Auf einen Block entfällt etwas über 1 h, also 20 min mehr als erforderlich. Jedoch ist zu bedenken, daß die regelmäßige Abnahme der Blöcke durch die Blockstraße durch die Verwalzung der Siemens-Martin-Stahlblöcke gestört wird, so daß ohne genauere Untersuchung des Walzbetriebes nicht zu überblicken ist, ob die Grubenzahl genügt. Für die Siemens-Martin-Erzeugung von 90 Blöcken erscheinen zunächst 24 Gruben sehr reichlich. Hier jedoch erschwert die stoßweise Anlieferung von 15 oder 20 Siemens-Martin-Stahlblöcken und ihre nur allmähliche Abnahme durch die Blockstraße die Uebersicht.

In einem Fahrplan (Abb. 1) wird nun untersucht, ob der eingeschränkte Ofenbetrieb dem Stahl- und Walzwerksbetrieb nachkommen kann, ob also einerseits die Thomasstahlblöcke trotz der Verwalzung der Siemens-Martin-Stahlblöcke rechtzeitig und nach angemessener Ausgleichszeit von der Blockstraße abgenommen werden, und ob andererseits die 24 Gruben der Ofen 1 und 2 genügen, um die stoßweise angelieferte Siemens-Martin-Stahlerzeugung für die Blockstraße abzufangen. Da es auf die grundsätzliche Angabe der Untersuchungsart ankommt, ist nur ein Ausschnitt des Fahrplanes wiedergegeben. In der Längsrichtung wird die Zeit gezählt. Auf der oberen Zeile ist der Gießbetrieb des Thomaswerkes angegeben. Alle halben Stunden fällt eine Thomascharge mit fünf Blöcken. Nach 20 min — zweite Zeile — wird der erste Block gezogen und 2 min später in den Tiefofen gesetzt. Die Tiefgruben sind am linken Rande des Fahrplanes gezählt. Am Beginn der ersten Schicht (von 20 bis 5 Uhr) waren sämtliche Gruben mit Siemens-Martin-Stahlblöcken besetzt. Zunächst wurden diese Blöcke ausgewalzt. Um 21.02 Uhr sind 15 Blöcke (15 × Blockfolgezeit 4,1 min = 62 min) gewalzt. Nun kommt die erste Thomascharge, die in die fünf zuerst freigewordenen Gruben eingesetzt wurde, zur Blockstraße. Jede Thomascharge verbraucht zum Verwalzen 5 × 4,1 = 20,5 min. Die Arbeit der Blockstraße ist in dem Fahrplan durch die rechte Seite der Trapeze und die gestrichelten Verbindungslinien, die die Uebersicht über die Folge der gewalzten Schmelzen erleichtern, angegeben.

Der Fahrplan zeigt, daß man mit den zehn Gruben für die Thomasstahlerzeugung auskommt, ohne daß die Verwalzung der Siemens-Martin-Stahlblöcke die rechtzeitige Leerung der Gruben

¹⁾ Bei den Stehzeiten in Kokille und Grube ist beim Vergleich mit anderen Betrieben zu beachten, daß der Block nur 3 t wiegt.

stört. Auch die Siemens-Martin-Stahlerzeugung kann mit den 24 Gruben verarbeitet werden, wenn die Blöcke warm genug zum Tiefofen kommen, und wenn ein genügender Abstand der Abtische innegehalten wird. Dabei ist noch zu erwähnen, daß man in Wirklichkeit nicht an die starre Einhaltung des Fahrplanes gebunden ist, da die Schmelzenfolgezeit des Thomaswerkes 30 min ± 5 min ist. Die Besetzung des Tiefofens für die Thomasstahlblöcke ist nur 66%, so daß man auch von dieser Seite her etwas Bewegungsfreiheit erhält. Auch in der Walzdauer ist bereits ein Sicherheitszuschlag von 1,3 min je Block enthalten.

Als Ergebnis ist anzusehen, daß die eingangs berechneten Ersparnisse an Wärmekosten durch eine zweckentsprechende Gestaltung des Betriebsablaufes zu ermöglichen sind.

Neuerungen im Siemens-Martin-Betrieb.

[Schluß von Seite 612.]

Mit der Frage der

Einschlüsse im Stahl

beschäftigte sich C. E. Sims, Indiana Harbor, Ind. Seine Untersuchungen¹⁾ beziehen sich allerdings auf Stahlguß, so daß sie nicht ohne weiteres auf Walz-Erzeugnisse übertragbar sein dürften. Ein anschauliches Bild seiner Untersuchungsergebnisse erhält man aus Abb. 9. Seine Untersuchungen nahmen die Ansicht zum Ausgangspunkt, daß Aluminiumzusätze die Dehnung des Stahles beeinträchtigten. Die metallographische Untersuchung einer ganzen Reihe von Stählen zeigte, daß nicht der Aluminiumzusatz an sich, sondern die Form der im Stahlguß vorhandenen Einschlüsse wesentlich für die Beeinflussung der Dehnung sind. Einschlußverteilungen, wie sie die Stähle a und b zeigen, die mit Aluminiumzusatz fertiggemacht sind, haben eine ebenso schlechte Dehnung wie der Stahl d, der unter stärkerer Vergrößerung eine eutektoidische Anordnung von Silikateinschlüssen aufweist, und der ohne jeglichen Aluminiumzusatz mit Silizium beruhigt wurde. Im Gegensatz hierzu steht der mit Aluminium desoxydierte Stahl c, der kugelige Einschlüsse und gleichzeitig gute Dehnungen aufweist. Nach Sims trifft man gute Dehnungen stets dann, wenn neben den kugeligen Einschlüssen keine anderen fein verteilten vorhanden sind. Treten beide Einschlußformen auf, so findet man mittlere Dehnungen, während bei Vorhandensein der flockig oder eutektoidisch verteilten Einschlüsse sich durchweg schlechte Dehnungen ergeben. Ferner bestehen Zusammenhänge zwischen der Größe der kugeligen Einschlüsse und der Erstarrungsgeschwindigkeit. So entstanden beim Gießen in Sand auf hundertfach vergrößerten Schliften bei einem Probendurchmesser von 6,35 mm Einschlüsse, deren größte Durchmesser bei 100facher Vergrößerung etwa 0,75 bis 1 mm betragen. Beim Probendurchmesser von 25,4 mm erreichten die größten Einschlüsse Durchmesser von 1,5 mm, und die Zahl der Einschlüsse von $\frac{1}{100}$ mm Dmr. stieg erheblich, während die kleineren verschwanden. Bei 76,2 mm Dmr. zeigten sich bereits Einschlüsse von $\frac{2}{100}$ bis $\frac{2,5}{100}$ mm Dmr. und bei 152 mm Probendurchmesser sogar solche mit $\frac{3,5}{100}$ mm Dmr.

Dieses Wachsen der tröpfchenförmigen Einschlüsse wurde bis zu Probendurchmessern von rd. 390 mm festgestellt. Ein Abhängenlassen der Pfanne von 22 und auch 45 min brachte bei gleichem Probendurchmesser keine Veränderungen der Einschlußgröße. Sims zieht daraus den Schluß, daß die im Stahl zurückbleibenden Desoxydationserzeugnisse erst durch Gleichgewichtsverschiebungen zur Zeit der Erstarrung oder Abkühlung entstehen und je nach der zur Verfügung stehenden Zeit sich zu mehr oder weniger großen Tröpfchen zusammenballen. Die ursprünglich bei der Desoxydation entstandenen Einschlüsse dagegen würden sich bei Anwendung geeigneter Desoxydationsmittel verhältnismäßig

¹⁾ Vgl. auch Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1037/38.

schnell abscheiden und kämen für die Beurteilung der Entstehungsursache der später im Stahl gefundenen Einschlüsse nicht in Frage. Jedenfalls ist es denkbar, daß bei höheren Temperaturen größere Mengen von Eisenoxydul mit gelöstem Silizium ohne Umsetzung im Gleichgewicht stehen können als bei tieferen Temperaturen. Dies würde zur Folge haben, daß bei entsprechend langsamem Durchschreiten der Spanne zwischen Gießtemperatur und Erstarrungstemperatur Eisen- und vielleicht auch Mangan-silikate sich aus dem Stahl ausscheiden.

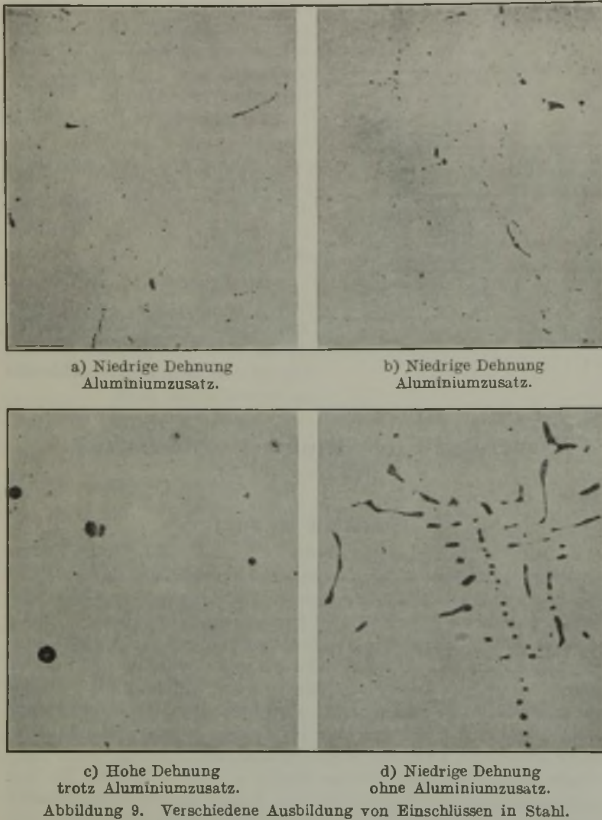


Abbildung 9. Verschiedene Ausbildung von Einschlüssen in Stahl.

Wie zu erwarten, riefen diese Anschauungen starken Widerspruch hervor, ohne daß sich jedoch Sims geschlagen geben mußte. Nichtsdestoweniger spricht die Tatsache, daß vor allem hochsilizierte Schmelzen sich bei entsprechend langem Abstellen meist klar vergießen, während sie bei sofortigem Losziehen des Stopfens in kürzester Zeit nach dem Abstich leicht schmierig, für die Abscheidungstheorie von C. H. Hertý. Doch brauchen sich beide Ansichten nicht gegenseitig auszuschließen. Im übrigen kann die Äußerung Sims, man müsse nicht vollständig, sondern in richtigem Maße desoxydieren, nicht scharf genug unterstrichen werden. Besonders gilt dies für die Herstellung von unruhigem Stahl. Mit dieser letzten Frage befaßte sich ein Bericht von Hunter Nead, Indiana Harbor, Ind., der besonders die

Herstellung von Tiefziehgütern

in den Vordergrund der Betrachtungen stellt. Als Richtanalyse für diesen Werkstoff wird ein Kohlenstoffgehalt von 0,07 bis 0,10 % und ein Mangangehalt von 0,35 bis 0,45 % sowie ein Phosphorhöchstgehalt von 0,025 und ein Schwefelhöchstgehalt von 0,03 % angegeben. Doch geht aus dem weiteren Verlauf des Berichtes hervor, daß zwei Sorten hergestellt werden, deren eine 0,05 bis 0,07 % und die andere 0,08 bis 0,12 % C enthält. Außerdem soll der Phosphorgehalt selten 0,01 % und der Schwefelgehalt selten 0,025 % überschreiten. Besonderer Wert wird auf die Verwendung reinsten Schrottes gelegt und beim Einsatz darauf geachtet, daß stets leichter und schwerer Schrott im richtigen Verhältnis zueinander in den Ofen kommen. Automobilschrott, entzinneter oder Mischschrott sind unter allen Umständen zu vermeiden. Die Verwendung von Kalkstein soll bessere Ergebnisse zeitigen als die von gebranntem Kalk. Dies zeigt sich erst später gegen Ende der Weiterverarbeitung. Als Zusammensetzung des Stahleisens wird ein Siliziumgehalt von 0,75 bis 1,35 %, ein Mangangehalt von 1,50 bis 2,25 %, ein Phosphorgehalt von 0,15 bis 0,25% (!) und ein Schwefelgehalt von höchstens 0,04 % empfohlen. Für die Herstellung eines Werkstoffes mit 0,07 bis 0,10 % C wird als Bestwert eine Schlacke mit einem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis von 3 bis 3,3 und einem Gehalt an

Eisenoxiden von 17 bis 21 % angegeben. Ferromangan wird nach dem Fertigmachen der Schmelzen mit Spiegeleisen im Ofen in die Pflanze geworfen. Der Aluminiumzusatz wird nach einer analytischen Schnellbestimmung des Eisengehaltes der Schlacke bemessen. Diese Schlackenprobe wird vor der Desoxydation mit Spiegeleisen genommen.

Da auch die Gießbedingungen eine wesentliche Rolle spielen, sind diese Angaben nicht ohne weiteres zu übernehmen. Ueber die Gießgeschwindigkeiten fehlen jegliche Angaben. Dagegen werden ähnlich, wie in früheren deutschen Arbeiten, die Ausbildung der Blasenkränze und die Dicke der reinen Randzone untersucht¹⁾. Zu diesem Zweck wurden die Blöcke mit Hilfe zweckmäßig angelegter Bohrlöcher gesprengt. Dadurch kommt auch das Bruchaussehen zur Geltung, ein Umstand, der bei dem Durchschneiden fortfällt. Als wesentlichstes Ergebnis ist die Bevorzugung kurzgegossener Blöcke zu bezeichnen, deren Randstärke bis zum äußeren Blasenkranz in der Mitte ungefähr 50 mm und am Fuß ungefähr 6 mm beträgt. Ihre Länge betrug 1473 mm bei einem Querschnitt von 610 × 1095 mm². Im Gegensatz hierzu steht ein Block von 1830 mm Länge bei einem Querschnitt von 560 × 610 mm, der eine Randstärke von bloß 6,35 mm aufzuweisen hatte. Obwohl diese Randstärke als dünn bezeichnet wurde, wird sie für den Blockfuß auch für Tiefziehmaterial noch zugelassen, doch soll der äußere Blasenkranz in der halben Blockhöhe bereits verschwunden sein und sich um so mehr nach innen verlegen, je weiter er sich vom Fuß entfernt. Der innere Blasenkranz soll nicht zu große Hohlräume aufweisen und möglichst tief liegen,

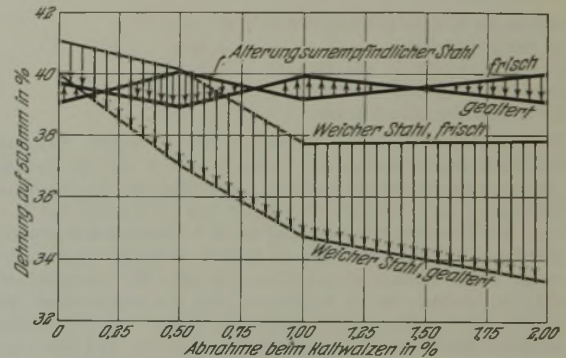


Abbildung 10. Bruchdehnung verschiedener Stähle nach verschiedenen Kaltverwalzungsgraden im frischen und gealterten Zustand.

etwa 127 bis 152 mm unter der Oberfläche. Endlich sollen auch im Kopf die Seigerungen von Kohlenstoff, Phosphor und Schwefel möglichst klein gehalten werden.

Im Anschluß an diese Erörterungen hielt A. Hayes, Middletown, O., einen kurzen Bericht über

Alterungsunempfindliche Bleche.

Die Mitteilungen von Hayes beschränken sich zunächst lediglich auf eine Kennzeichnung der Eigenschaften alterungsunempfindlichen Werkstoffes an Hand der Zerreißproben nach Kaltverformung mit nachfolgender Alterung. Die Alterung selbst wurde bei 30° vorgenommen²⁾. Die Kaltverformung wurde durch Kaltwalzen mit Abnahmen von 0 bis 2 % erreicht. In Abb. 10 sind die Dehnungen am 50-mm-Zerreißstab alterungsunempfindlichen und gewöhnlichen weichen Stahles im frischen und gealterten Zustande nach verschieden starken Kaltverwalzungsgraden einander gegenübergestellt. Gewöhnlicher weicher Stahl in frischem Zustand zeigt eine Dehnungsabnahme mit steigender Kaltverwalzung, die jedoch bei etwa 1 % Verformungsgrad haltmacht. Im gealterten Zustand ist zunächst die Dehnungsabnahme viel stärker und findet auch über 1 % Verformungsgrad hinaus ihre Fortsetzung. Demgegenüber sind die Dehnungsschwankungen des alterungsbeständigen Werkstoffes sowohl im frischen als auch gealterten Zustande praktisch so unbedeutend, daß man von einer Unabhängigkeit von der Verformung sprechen kann. Abb. 11 stellt die Zerreißkurven alternden und alterungsunempfindlichen Stahles bei gleicher Verformung einander gegenüber. Bei alterndem Stahl ist die mit zunehmender Alterung steigende Fließgrenze wesentlich, deren Ausbildung bereits nach einem Tag schwach erkennbar wird, und sich dann um so deutlicher ausprägt, je länger der Stahl liegt. Im Gegensatz dazu sind die Spannungs-Dehnungs-Linien von alterungsbeständigem Stahl auch nach einem Jahre noch unverändert und zeigen keine Streckgrenze. Abb. 12 vergleicht den Einfluß der Temperatur

¹⁾ Vgl. hierzu W. Eichholz und J. Mehovar: Arch. Eisenhüttenwes. 5 (1931/32) S. 449/69 (Stahlw.-Aussch. 222).

²⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 180.

auf die Zerreißkurven beider Stähle in frischem Zustand. Der gewöhnliche Stahl zeigt bis 100° einen leichten Abfall der Festigkeit. Von da ab steigt die Festigkeit rasch an und erreicht bei etwa 230° ihren Höchstwert, dem wieder ein weiterer Abfall folgt. In der Blaubruchtemperatur tritt der bekannte Dehnungskleinstwert auf. Demgegenüber zeigt das Verhalten des alterungsunempfindlichen Stahles eine mit der Temperatur leicht abfallende Festigkeit. Im Blaubruchbereich tritt lediglich eine schwach ausgeprägte Verminderung der Dehnung und des Festigkeitsabfalls ein. Mitteilungen über die Herstellungsart wurden nicht gemacht. Als Alterungstemperatur wurde die Raumtemperatur gewählt, um jeglicher Gefahr einer Ausglühwirkung bei der Abkühlung vorzubeugen. Hier stellt er sich in bewußten Gegensatz zu Herty, der seine Alterungsversuche teilweise bei 450° durchführte. Ein wesentlicher Punkt der Hertyschen Arbeit besteht in der Unterscheidung zwischen Spannungs- und Abschreckalterung. Leider hat er die Abschreckalterung an Hand einer Härteprüfung und die Spannungsalterung durch die Schlagprüfung untersucht, so daß Vergleiche außerordentlich erschwert werden.

Die wichtigsten Ergebnisse können, geordnet nach der Natur der Stähle, wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Ohne Verwendung von Aluminium hergestellte unberuhigte und halbberuhigte und mit Silizium beruhigte Stähle sind auch

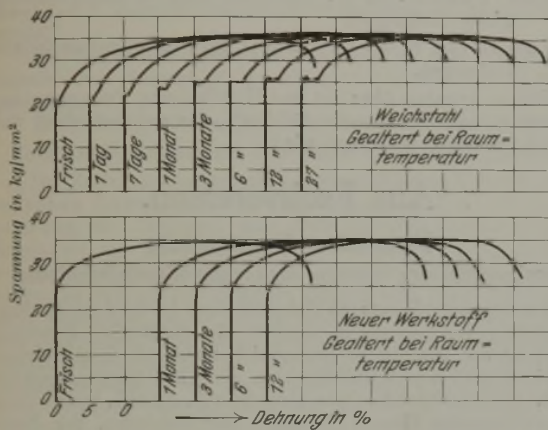


Abbildung 11. Zerreißschaubilder gealterter Stähle für verschiedene Alterungsstufen.

bei höheren Kohlenstoffgehalten außerordentlich empfindlich gegen Spannungsalterung. Gegenüber der Abschreckalterung sind die unberuhigten Stähle mit 0,04 bis 0,05 % C am empfindlichsten. Halbberuhigte Stähle sind in dieser Beziehung weniger empfindlich; außerdem nimmt ihre Empfindlichkeit mit steigendem Kohlenstoffgehalt ab. Die Abschreck-Alterungsempfindlichkeit mit Silizium beruhigter Stähle ist etwa halb so groß wie die der unberuhigten.

2. Diesen Stahlarten gegenüber nehmen die mit Aluminium beruhigten Stähle eine Sonderstellung ein. Sie sind zunächst gegenüber der Spannungsalterung außerordentlich unempfindlich, doch scheint dieser Umstand auch durch die vorhergehende Desoxydation im Ofen stark beeinflußt zu werden. In noch geringerem Maße sind sie der Abschreckalterung unterworfen. Diese Unempfindlichkeit wächst mit steigendem Kohlenstoffgehalt und führt in den Grenzen von 0,12 bis 0,25 % C zu einer außerordentlich großen Alterungsbeständigkeit. Als besonders schwach alternd in jeder Beziehung erwies sich ein niedriggekohlter Stahl, der mit der Hertyschen Silizium-Mangan-Aluminium-Legierung im Ofen desoxydiert und in der Pfanne mit Aluminium beruhigt worden war. Im Walzzustand haben sämtliche Stähle erhöhte Alterungsempfindlichkeit, jedoch in der gleichen Abstufung, wie sie oben für den geschmiedeten Zustand gekennzeichnet wurde.

Den Hertyschen Untersuchungen wurde ein im Ofen besonders gut desoxydierter Stahl mit 0,095 % C, 0,45 % Mn, 0,012 % P, 0,025 % S und 0,14 % Si gegenübergestellt, der bei annähernd gleicher Zusammensetzung nach Normalisierung und 2prozentiger Kaltwalzung mit nachfolgender Alterung bei 100° über 10 min, 3 h, 1 Tag und 7 Tage bei der Zerreißprüfung deutliche Merkmale von Alterung aufwies.

Auch von anderer Seite wird dem Aluminiumzusatz eine besondere Rolle in dieser Beziehung zugeschrieben im Gegensatz zu Herty, der das Wesentliche in einer besonders guten Desoxydation sieht. Die Schlußfolgerung, daß die Alterungsempfindlichkeit an das gleichzeitige Vorhandensein von Kohlenstoff und Sauerstoff gebunden sei und mit der Zementitwanderung zusammenhänge, soll Beziehungen zwischen der Alterung und den anormalen Stählen bei der Zementationsprobe vermuten lassen. Im übrigen ist,

wie weiter in der Erörterung ausgeführt wird, noch nicht erwiesen, daß nicht fein verteilte Tonerde oder Aluminium-Nitrid-Verbindungen ganz bestimmter Zusammensetzung hier eine Rolle spielen. Auch besteht die Möglichkeit, daß das Vorhandensein dieser Teilchen unter bestimmten Voraussetzungen das Kornwachstum entscheidend beeinflußt. Weiter können vielleicht auch Zusammenhänge zwischen dem Zustand des flüssigen Stahles im Ofen, der unter einer Schlacke von bestimmtem Eisenoxydulgehalt in bestimmter Weise desoxydiert wurde, und der Ausbildung der bei der Beruhigung mit Aluminium sich ausscheidenden Oxyde oder Nitride bestehen, die für das Verhalten des Stahles maßgebend sind.

Ein Vortrag von H. C. Lee, Cleveland, O., beschäftigte sich mit der Verwendung von sogenanntem

Klinkerdolomit.

Anscheinend ist dies ein sehr reiner Dolomit, der unter Zusatz von geringen Mengen von Flußmitteln bei sehr hohen Temperaturen bis zur Glasierung gebrannt ist. Gegenüber dem gewöhnlich gebrannten oder gesinterten Dolomit soll dieser Stoff eine wesent-

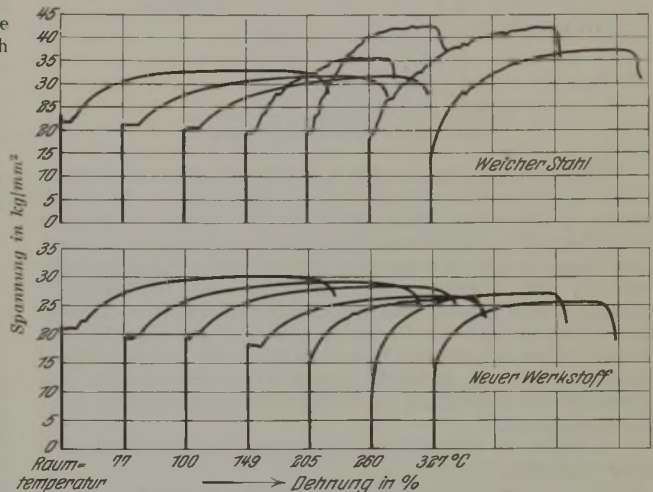


Abbildung 12. Zerreißschaubilder bei verschiedenen Temperaturen für alternden und alterungsunempfindlichen Stahl.

lich geringere Verschlackung aufweisen und auch im Herd viel besser halten. Er enthält wenig über 1 % SiO₂, etwa 5 % Fe₂O₃ und weniger als 1 % Al₂O₃. Neben einer Verminderung des Dolomitverbrauchs an sich wird hervorgehoben, daß bei seiner Verwendung eisenärmere Schlacken entstehen, da die Magnesia ungelöst in der Schlacke suspendiert bleibt und entsprechend den bereits weiter oben geschilderten Gedankengängen Eisenoxyd aufsaugt und dadurch seiner Reaktionsfähigkeit beraubt.

H. V. Beasley, Pittsburgh, Pa., machte Mitteilungen von ausgedehnten Untersuchungen über das

Verhalten verschiedener Stopfen.

Die Verbindung des Stöpfchens mit der Stopfenstange kann durch ein Gewinde, durch einen Bajonettverschluß oder durch einen Hammerkopfbolzen, der durch einen Blechkeil an der Stopfenstange befestigt ist, hergestellt werden. Alle drei Befestigungsarten sind auch in Deutschland genügend bekannt, so daß darüber nicht viel zu sagen ist. In Amerika sollen 90 % aller Werke mit der Bolzenverbindung arbeiten. Bei den langen Gießzeiten der großen Pfannen und der starken Beanspruchung der Stopfen bei dem immer noch vorherrschenden Einzelguß ist es ohne weiteres verständlich, wenn die hierbei auftretenden Schwierigkeiten zu ausgedehnten Untersuchungen Anlaß geben. Die Durchführung der Untersuchung geschah in der Art, daß Stopfen verschiedener Ausführungen in einen elektrisch auf hohe Temperaturen geheizten Ofen gebracht wurden, der den unteren Teil des Stöpfens ziemlich knapp umschloß. Der Stopfen selbst war an verschiedenen Stellen, und zwar im Innern des Stöpfchens beim Bolzen, innerhalb der Stopfenrohre bei der Stopfenstange, an der Stöpfchenoberfläche und im Innern des Stöpfchens in einer Tiefe, die etwa einem Viertel des Stöpfchendurchmessers entspricht, mit Thermolementen ausgerüstet, wie es Abb. 13 zeigt. Die wesentlichsten Ergebnisse der Untersuchung sind folgende:

1. Graphitstöpfchen werden bedeutend schneller durchgewärmt als Schamottestöpfchen. Bei einer auf gleicher Höhe gehaltenen Ofentemperatur von 1650° hatte ein Graphitstöpfchen von 152 mm Dmr. nach 132 min im Innern am Bolzen 86 % der Ofentemperatur entsprechend 1420° erreicht. Das Schamotte-

stöpfchen mit gleichen Abmessungen erreichte zur gleichen Zeit bloß 79%, das ist 1304° an derselben Stelle.

2. Als günstigste Bolzenstärke wurden 32 mm ermittelt. Der Bolzen soll aus möglichst niedriggekohtem Stahl bestehen.

3. Die Stopfenstange soll bei schweren Pfannen einen Durchmesser von 51 mm haben. Auch der Keil, der zur Befestigung des Bolzens an der Stopfenstange dient, soll aus möglichst weichem Stahl bestehen.

4. Auch für schwere Pfannen genügen Stopfenrohre mit 152 mm äußerem Durchmesser.

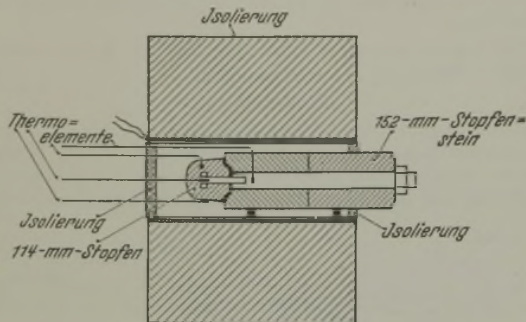


Abbildung 13. Versuchsofen zur Prüfung verschiedener Stopfenausführungen.

Eine Umfrage ergab zunächst, daß das Trocknen der Stopfen unter allen Umständen langsam zu erfolgen hat. In einem Fall werden in den Trockenraum für die Stopfen Töpfe mit flüssiger Schlacke gestellt, um Brennstoff zu sparen. Auch zum Vorwärmen der Pfanne werden auf demselben Werk solche Schlackentöpfe benutzt. Die Ansichten über die Verwendung hochoberer Pfannen waren geteilt. Das gleiche gilt von isolierten Pfannen. Die Auskünfte über die Verwendung von zwei Stopfen in einer Pfanne lauteten günstig. Besonders über die Verkürzung der Gesamtzeit um 40 bis 50% war man sehr befriedigt. Die entsprechende Aufstellung der Kokillen macht anscheinend keine Schwierigkeiten.

McCutcheon, Ashland, Ky., machte ausführliche Mitteilungen über Ersparnisse durch

Fortlaufende Verbrennungsüberwachung

und hob besonders die Vorteile selbsttätiger Gas- und Luftstellung hervor. In dieser Beziehung kann auf die früher an dieser Stelle im Auszug veröffentlichten Arbeiten verwiesen werden¹⁾, gegenüber denen der Vortrag nichts wesentlich Neues brachte. In der Aussprache wurde von verschiedenen Seiten hervorgehoben, daß eine selbsttätige Feuerungsüberwachung erst dann gerechtfertigt ist, wenn sie in der Hand erstklassiger Schmelzer auch wirklich günstigere Ergebnisse bringt, als sie ohne diese Einrichtungen erreicht werden; der Beweis für diese Möglichkeit ist aber erst noch zu erbringen. Gelegentlich längerer Ausführungen von W. C. Buell jr., Cleveland, O., wurde auch die Frage selbsttätiger Zugüberwachung wieder angeschnitten, ohne daß jedoch eine einheitliche Meinung darüber zum Ausdruck kam. In der Hauptsache beschäftigte sich Buell mit

Ofenbaufragen.

Sein Vortrag behandelte dieselben Fragen, auf die auch schon in seiner Arbeit über die Bauweise von großen feststehenden Siemens-Martin-Oefen in Amerika eingegangen wurde, und über die an dieser Stelle schon ausführlich berichtet worden ist²⁾. Lebhaft trat er für durchgehende Isolation der Oefen ein und gab für die verschiedenen Wärmeschutzstoffe folgende Einteilung:

1. Harte Wärmeschutzsteine sind zu verwenden an Stellen, die gleichzeitig hohem Druck und hoher Temperatur ausgesetzt sind. Bei diesen Steinen ist weniger auf günstigste Wärmeschutzeigenschaften als auf hohe Druckfestigkeit Wert zu legen.

2. Weiche Wärmeschutzsteine nimmt man für solche Stellen, an denen höhere Drücke nicht zu erwarten sind (Gewölbe u. dgl.). Bei diesen ist Temperaturbeständigkeit ebenso wichtig wie schlechte Wärmeleitfähigkeit. Ihre Temperaturbeständigkeit findet meist ihre Grenze bei 900°.

3. Lose Wärmeschutzstoffe in Form von Granalien, Pulvern usw. Ihre Temperaturbeständigkeit geht meist bis etwa 1000°. Sie haben den Vorteil hohen Wärmewiderstandes. Unangenehm ist nur, daß zu ihrer Anbringung besondere Hüllen erforderlich sind.

¹⁾ Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 542/43.

²⁾ Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 425/28, 606/08, 1305/09 u. 1360/65.

4. Schmiermassen. Sie haben meist mittlere Wärmeschutzeigenschaften und sind vor allem dort brauchbar, wo es sich um weniger hohe Temperaturen, wie z. B. bei der Isolierung von Gas- und Luftkammerwänden, handelt.

5. Betonartige Isoliermassen, die vor allem für Herde und für Kammerwände unter Flur geeignet sind.

In der Frage des Ausbaues der Gitterkammern setzte sich Buell sehr für Mehrkammersysteme oder hintereinander geschaltete Kammern mit möglichst langem Vorwärmungsweg ein. Die Beurteilung besonderer Kammersteine war außerordentlich einheitlich.

Eine Aussprache über Abhitzekessel brachte nichts Neues.
Carl Schwarz.

Maschinentechnische und elektrotechnische Ferienkurse an der Bergakademie Clausthal.

Im neuen Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal (Harz) finden unter Leitung von Professor Süchting wie in den vier Vorjahren, so auch 1934 wieder zwei praktische Ferienkurse zur Auffrischung oder Nachholung der Fertigkeit im Bedienen und Untersuchen von wichtigen Maschinen und Apparaten statt, und zwar:

Kurs I vom 17. bis 22. September 1934 für maschinentechnische Übungen,

Kurs II vom 8. bis 13. Oktober 1934 für elektrotechnische Übungen.

Nähere Angaben über Art und Handhabung, Programm und Honorar enthält das „Auskunftsblatt“, das auf Anfordern vom Institut kostenlos übersandt wird.

Aus Fachvereinen.

Eisenhütte Oesterreich,

Zweigverein des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Am Sonnabend, dem 26. Mai 1934, fand in der Aula der Montanistischen Hochschule in Leoben die diesjährige Hauptversammlung der Eisenhütte Oesterreich statt, die in Anbetracht der wirtschaftlichen Verhältnisse in einfacher Form abgehalten wurde. Der Vorsitzende, Generaldirektor A. Apold, konnte unter den erschienenen Gästen Vertreter der Behörden, der Hochschulen, befreundeter Vereine und der Presse begrüßen. Nach einem Gedenkwort des Vorsitzenden für die Toten der Eisenhütte Oesterreich und einer Begrüßungsansprache des Rektors der Leobener Hochschule erstattete Professor Dr.-Ing. R. Walzel den

Tätigkeitsbericht.

Der Mitgliederstand der Eisenhütte Oesterreich beträgt gegenwärtig 248. Im Verlaufe des Geschäftsjahres wurden drei Sitzungen des geschäftsführenden Ausschusses abgehalten.

Der Fachausschuß zur Bestimmung des Säurewiderstandes führte seinen Beschluß, den Kochversuch als das derzeit aussichtsreichste Verfahren zur Bestimmung des Säurewiderstandes durch eine breit angelegte Gemeinschaftsarbeit auf seine Eignung für verschiedene Stahlsorten abschließend zu prüfen, durch.

Am 22. Juli 1933 wurde ein Fachausschuß für Dauerprüfung neu ins Leben gerufen. Seine Tätigkeit mußte sich bisher auf die Vorbereitung der für die beschlossene Gemeinschaftsarbeit notwendigen umfangreichen Probenwerkstoffe beschränken; es wird an einer größeren Reihe von Baustahlsorten nach verschiedener Wärmebehandlung der Einfluß von Kerben auf die Schwingungsfestigkeit untersucht werden.

Der Elektrostahlofenausschuß konnte nach mehr als dreijähriger Pause mit der Sitzung vom 28. April 1934 seine Tätigkeit wieder aufnehmen. Der Ausschuß hat zwei Gemeinschaftsarbeiten über den Einfluß einer Verstärkung der Wärmeisolation des Herdes auf den Stromverbrauch und über einen Wirtschaftlichkeitsvergleich von Kohlen- und Graphitelektroden eingeleitet.

Der Glühofenausschuß konnte nach ebenfalls dreijähriger Pause mit der Sitzung vom 12. Mai dieses Jahres seine Tätigkeit wieder aufnehmen. Der Ausschuß strebt durch Gegenüberstellung von Betriebsergebnissen einer größeren Zahl von Glühöfen einen wärmewirtschaftlichen Vergleich von gas-, öl- und elektrisch beheizten Glühöfen an.

Die Absicht, auf den kleineren Tagungen mehrere Kurzvorträge statt eines einzigen größeren Vortrages erstatten zu lassen, konnte im vergangenen Jahre mehrfach mit Erfolg verwirklicht werden. Am 11. November 1933 sprachen Ing. O. Böhm über „Schmiedegesenke, die Beanspruchung, der Werkstoff und seine Behandlung“, Ing. Ph. v. Metnitz über „Die Stromversorgung Obersteiermarks mit besonderer Berücksichtigung der

Eisenindustrie“ und Dr. mont. M. Schmidt über „Warmbeanspruchte Federn“. Auf der Tagung vom 16. Dezember 1933 berichteten Ing. Dr. mont. W. Busson „Ueber das Glühen von Feinblechen aus weichem Flußstahl“ und Ing. Dr. mont. M. Schmidt über „Die chemischen Vorgänge beim Kistenglühen von Feinblechen“. Am 27. Januar 1934 wurde von Werkdirektor Ing. Mosaner ein Vortrag über „Erfahrungen mit Walzwerks-Rollenlagern, System Schöpf, und mit dem Durchstoßen, System Hager-Weidmann“ und von Stahlwerkschef Ing. Dr. mont. B. Matuschka ein Vortrag über „Neue Wege bei der Herstellung von Qualitätsradreifen“ gehalten. Am 3. März 1934 behandelte Hochschulprofessor Ing. F. Peter das Thema „Wirtschaftsfragen der Gegenwart mit besonderer Berücksichtigung des Hüttenwesens“ und Professor Ing. Dr. phil. H. Scheuble das Thema „Ueber die Elektrowärmeschau in Essen im August 1933“. Am 28. April 1934 sprachen Ing. P. Eyermann über „Die Erfindung des Duplexverfahrens in Neuberg“, Professor Dr. R. Walzel über „Einen Beitrag zur Fallhärteprüfung“ und Ing. Dr. F. Witting über „Einige moderne Dampfkesselformen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Eisenhüttenwerk“.

Nachdem Tätigkeits- und Kassenbericht genehmigt worden waren, wurden die Vorstandswahlen getätigt, bei denen die bisherigen Mitglieder wieder berufen und Generaldirektor Paul Raabe der Schoeller-Bleckmann-Stahlwerke A.-G. zugewählt wurde.

Die Hauptversammlung wurde, wie in den vergangenen Jahren, auch diesmal wieder mit zwei interessanten Vorträgen geschlossen.

Zunächst sprach Dr.-Ing. Karl Daeves, Düsseldorf, über **Großzahl-Forschung, das Instrument des Betriebsingenieurs.**

Der Vortragende ging auf die grundsätzlichen Unterschiede zwischen Laboratoriumsforschung und Betriebsuntersuchung ein. Während man beim Laboratoriumsversuch den Hauptwert auf Beobachtung eines Vorganges unter möglichst vereinfachten Bedingungen legt, um klare „Kausalzusammenhänge“ zu bekommen, wirkt im Betrieb eine Fülle von unprüfbarbaren Einflüssen, die die Anwendung der Laboratoriumsmethodik sehr erschweren, wenn nicht unmöglich machen. Für Betriebsuntersuchungen wendet der Vortragende deshalb vorwiegend die Großzahl-Forschung an, bei der das „Gesetz der großen Zahlen“ so zur Wirkung gebracht wird, daß die Vielheit aller bekannten und unbekanntenen Veränderungen rein rechnerisch zu einer konstanten Wirkung gebracht wird. Auf diese Weise erhält man auch unter den verwickelten Betriebsbedingungen gleich zuverlässige und oft besser übertragbare Ergebnisse als beim vereinfachten Laboratoriumsversuch. Die Großzahl-Forschung, die in zahlreichen Anwendungsbeispielen aus den verschiedensten Gebieten des Hüttenwesens umrissen wurde, bedeutet eine bessere, zahlenmäßige Erfassung der stets hoch bewerteten Betriebs Erfahrung. Sie ähnelt durchaus den auf biologischen Gebieten bewährten Verfahren der Herauszüchtung von Arten mit besonders guten Eigenschaften oder hoher Fehlerfreiheit. Nur werden diese Arbeitsweisen jetzt mit gleichem Erfolg auf „tote“ Erzeugnisse von Menschenhand angewendet.

Dabei ergibt sich eine grundsätzlich andere Auffassung über den Begriff Qualität, der fast gleichbedeutend mit Gleichmäßigkeit wird. Das bisher meist betriebene Aufsuchen von Fehler-„Ursachen“ wird ersetzt durch Ermittlungen, welche Tendenz bei der Fehlerhäufigkeit oder bei der gewünschten Eigenschaft des Fertigerzeugnisses die wichtigsten beeinflussbaren Betriebseinflüsse vom Rohstoff bis zur Fertigbearbeitung aufweisen. Daran schließt sich die gleichzeitige Anwendung aller daraus abge-

leiteten „Arbeitsregeln“ in den verschiedenen Fertigungsgängen an. Man erreicht so in verhältnismäßig einfacher Weise eine oft unerwartet große Verminderung von Ausschubzahlen und Verbesserung von Eigenschaftswerten.

Die Großzahl-Forschung soll den Laboratoriumsversuch nicht ersetzen. Sie soll nur — auf die gegebenen Verhältnisse des Betriebes zugeschnitten — neben der Laboratoriumsforschung die Durchführung erfolgreicher wissenschaftlicher Forschungsarbeiten durch und im Betrieb selbst ermöglichen und damit ein Bindeglied zwischen der Betriebserfahrung des Betriebsingenieurs und der abstrakteren Denkweise des Laboratoriumswissenschaftlers zum Nutzen beider bilden.

Privatdozent Dr. Fritz Regler, Wien, berichtete danach über **Die röntgenographische Feinstrukturuntersuchung im Dienste der Werkstoffprüfung von Stahl und Stahlbauwerken.**

Wie er schon früher¹⁾ darlegte, lassen sich nach ihm aus Röntgeninterferenzsaufnahmen nicht nur Schlüsse auf die Höhe der Oberflächenspannung, sondern auch auf die Art der vorangegangenen Beanspruchung — ob ruhend oder schwingend — ziehen. Während die periphere Breite der Interferenzpunkte nur bei gerichteter Beanspruchung größer wird, weist die radiale Breite der Interferenzlinien bei jeder Art von Beanspruchung des Werkstoffes eine Zunahme auf, die im Gegensatz zur peripheren Interferenzpunktweite durch äußere Kräfte niemals rückgebildet werden kann. Bei einmaliger elastischer Beanspruchung eines Werkstückes kann aus der verhältnismäßig geringen Zunahme der Linienbreite mit Hilfe geeigneter Eichkurven die Größe der Oberflächenspannungen ermittelt werden. Im Gebiet der bildsamen Formänderung nimmt die Linienbreite sehr stark zu und ist außer von der Höhe der Beanspruchung auch noch von der Beanspruchungsdauer und -geschwindigkeit abhängig. Bei schwingender Beanspruchung bleibt die Zunahme der Linienbreite auch nach Entlasten des Werkstückes größtenteils bestehen, und diese Zunahme ist größer, als einer einmaligen elastischen Beanspruchung entsprechen würde; in diesem Fall ist die Linienverbreiterung sowohl von der Beanspruchung als auch von der Zahl und Geschwindigkeit der Schwingungen abhängig.

Nach der Auffassung von Regler ist die Störung des Eisenkristallgitters der dem Gitter zugeführten Energiemenge, die naturgemäß nur einen noch unbekanntem Teil der gesamten zugeführten Energie darstellt, verhältnismäßig zu setzen. Unter dieser Annahme soll die von Regler gefundene Tatsache verständlich werden, daß an der Bruchstelle ein und desselben Werkstoffes immer eine für diesen Werkstoff kennzeichnende Linienbreite auftritt, die niemals überschritten wird und die von der Vorbehandlung und der Art der Beanspruchung vollkommen unabhängig ist; bei gleichbleibender Beanspruchung soll sich deshalb auch aus entsprechenden Eichkurven der Zeitpunkt des Bruches ermitteln lassen.

Zum Schluß zeigte der Vortragende an verschiedenen Beispielen, wie aus der Messung der Interferenzlinienbreite über die gesamte Oberfläche von beanspruchten Probestäben oder Bauteilen der die Beanspruchung aufnehmende Bereich und der Ort des Bruchbeginns festgestellt werden kann.

Die für Samstag abend angesetzte zwanglose Zusammenkunft im Großgasthof Baumann, an der eine sehr große Zahl von Mitgliedern mit ihren Damen teilnahm, verlief bei angeregter Unterhaltung und in bester Stimmung aller Teilnehmer.

¹⁾ Vgl. Mitt. staatl. techn. Versuchsamts, Wien, 20 (1931) S. 43/58; 21 (1932) S. 31/46.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 23 vom 7. Juni 1934.)

Kl. 7 a, Gr. 24/02, S 100 431. Elektrischer Einzelantrieb für Rollen, insbesondere für Walzwerksrollgänge. Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 10 a, Gr. 13, K 120 777. Einrichtung zum Abdichten von Kanälen, insbesondere von Gaskanälen bei Öfen zur Erzeugung von Gas und Koks. Heinrich Koppers G. m. b. H., Essen.

Kl. 10 a, Gr. 22/04, O 19 263. Verfahren zur Erzeugung karburierten Wassergases in unterbrochen betriebenen Verkokungskammern. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 18 a, Gr. 4/01, V 29 300. Hochofen-Verankerung. Vereinigte Stahlwerke A.-G., Düsseldorf.

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

Kl. 18 b, Gr. 16/01, E 43 874. Basisches Windfrischverfahren. Dr.-Ing. Walter Eilender, Aachen, und Dr.-Ing. Nicolaus Wark, Saureth-Heerlen (Holland).

Kl. 18 b, Gr. 20, E 43 516. Verfahren zur Herstellung von Ferrophosphor. Elektrochemische Ges. m. b. H., Hirschfelde i. Sachsen.

Kl. 18 c, Gr. 13, R 85 238. Warmbehandlung von Schmiedestücken. Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf.

Kl. 18 d, Gr. 1/20, P 66 913; Zus. z. Pat. 543 562. Laugenbeständiges antimonhaltiges Gußeisen. Dr.-Ing. Eugen Piowarsky, Aachen.

Kl. 19 a, Gr. 3, H 133 158. Verfahren zur Herstellung von eisernen Eisenbahnschwellen mit in Schwellenquerrichtung verlaufenden angewalzten Rippen. Hoesch-Köln-Neuessen A.-G. für Bergbau und Hüttenbetrieb, Dortmund.

Kl. 40 b, Gr. 24, W 90 739; Zus. z. Anm. Sch 93 333. Verwendung von Antimon-Eisen-Legierungen. Wesseling Gußwerk-Rheinguß G. m. b. H., Wesseling (Bez. Köln).

Kl. 49 h, Gr. 36/02, C 48 290. Schweißmittel für nichtrostende Stähle mit hohem Chromgehalt. Compagnie des Forges de Chatillon-Commentry et Neuves-Maisons, Paris.

Kl. 81 e, Gr. 80, D 65 331. Angetriebene, magnetische Rollgangsrulle. Demag, A.-G., Duisburg.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 23 vom 7. Juni 1934.)

Kl. 49 h, Nr. 1 302 808. Führung für die Lager der verstellbaren Rollen von Richtmaschinen. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 58 a, Nr. 1 303 091. Vorrichtung zum Paketieren von Abfall- und Altmaterial. M. Häußer, Inh. W. Dützmann, Neustadt a. d. Hardt.

Statistisches.

Die Roheisenerzeugung des Deutschen Reiches im Mai 1934¹⁾. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirke	Hämatit-eisen	Gießerei-Roheisen	Gußwaren erster Schmelzung	Bessemer-Roheisen (saures Verfahren)	Thomas-Roheisen (basisches Verfahren)	Stahl-eisen, Spiegel-eisen, Ferro-mangan und Ferro-silizium	Puddel-Roheisen (ohne Spiegel-eisen) und sonstiges Eisen	Insgesamt			
								Mai 1934	April 1934		
Mai 1934: 31 Arbeitstage, April 1934: 30 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen	56 406	30 562	}	}	406 425	125 603	} 595	618 996	577 240		
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	} 2 144	14 632			—	—		12 190	27 417	26 809	
Schlesien		} 29 454			}	}		} 48 730	} 10 474	68 838	68 082
Nord-, Ost- und Mittelddeutschland										21 964	24 938
Süddeutschland											
Insgesamt: Mai 1934	58 550	74 648	—	—	455 155	148 267	595	737 215	—		
Insgesamt: April 1934	45 269	52 081	—	—	448 609	151 110	—	—	697 069		
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung								23 781	23 236		
Januar bis Mai 1934: 151 Arbeitstage, 1933: 151 Arbeitstage											
Rheinland-Westfalen	195 741	114 165	}	}	1 784 640	535 173	} 11 028	2 629 719	1 645 571		
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	} 38 805	63 878			—	—		56 878	122 803	72 423	
Schlesien		} 80 267			}	}		} 239 406	} 57 984	311 565	167 742
Nord-, Ost- und Mittelddeutschland										113 878	71 662
Süddeutschland											
Insgesamt: Januar/Mai 1934	234 546	258 310	—	—	2 024 046	650 035	11 028	3 177 965	—		
Insgesamt: Januar/Mai 1933	135 340	180 726	—	—	1 219 816	409 752	11 764	—	1 957 398		
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung								21 046	12 963		

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller.

Stand der Hochofen im Deutschen Reich¹⁾.

1934	Hochofen					
	vor-handene	in Betrieb befindliche	ge-dämpfte	zum Anblasen fertig-stehende	in Ausbesserung und Neuzustellung befindliche	still-liegende
Januar	150	51	29	26	13	31
Februar	148	50	30	26	13	29
März	148	62	22	21	14	29
April	148	63	22	20	15	28
Mai	148	65	20	20	14	29

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller.

Die Saarkohlenförderung im April 1934.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im April 1934 insgesamt 908 723 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 875 453 t und auf die Grube Frankenholz 33 270 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 19,08 Arbeitstagen 47 633 t. Von der Kohlenförderung wurden 75 563 t in den eigenen Werken verbraucht, 29 516 t an die Bergarbeiter geliefert, 16 882 t den Kokereien, 182 t den Brikkettfabriken zugeführt sowie 805 672 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbe-

stände verminderten sich um 19 092 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtsmonats 253 677 t Kohle, 2919 t Koks und 1018 t Briketts auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im April 1934 12 300 t Koks und 186 t Briketts hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 47 379 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 1157 kg.

Frankreichs Eisenerzförderung im Februar und März 1934.

Bezirk	Förderung		Vorräte am Ende des Monats März	Beschäftigte Arbeiter						
	Februar 1934	März 1934		Februar 1934	März 1934					
Metz, Dieden-	1 032 182	1 148 311	1 386 231	9 302	9 248					
hofen										
Loth-						1 090 682	1 218 736	1 751 974	9 507	9 464
ringen										
Briey et Meuse										
Longwy										
Nanzig	55 809	64 642	307 024	765	759					
Minieres	14 963	16 549	6 066	155	155					
Normandie	122 113	137 879	100 408	1 560	1 557					
Anjou, Bretagne	18 162	18 341	124 526	432	436					
Pyrenäen	1 305	1 247	5 628	104	113					
Andere Bezirke	98	75	8 745	12	12					
Zusammen	2 461 574	2 752 877	3 899 214	23 445	22 812					

Wirtschaftliche Rundschau.

Der französische Eisenmarkt im Mai 1934.

In den ersten Maitagen war die Lage einerseits gekennzeichnet durch eine fühlbare Verminderung des Ausfuhrgeschäftes, wo der Wettbewerb sehr lebhaft war, und andererseits durch eine Besserung auf dem Inlandsmarkt. Viel Hoffnung setzte man in der Industrie auf die Baupläne der großen Eisenbahngesellschaften. Inzwischen nahm die Zahl der Feierschichten nur langsam ab, die Geschäftstätigkeit belebte sich nur recht geringfügig, und die Lage vieler Unternehmungen blieb schwierig. Die englischen Werke bestellten weniger Halbzeug, und nach den Ländern des Ostens gingen die Geschäfte gleichfalls stark zurück. Diese ungünstigen Umstände wurden jedoch dadurch gemildert, daß zahlreiche Werke noch über genügend Aufträge verfügten. Man darf aber nicht übersehen, daß sich die Gestehungskosten der französischen Werke angesichts einer stark beschränkten Erzeugung erhöht haben. Im Verlauf des Monats deckten sich verschiedene Lagerhalter, die mit Preissteigerun-

gen rechneten, in Walzzeug ein. Die Lieferfristen waren sehr kurz, denn die Weiterverarbeiter kauften nur das Notwendigste. In verschiedenen Erzeugnissen forderte man jedoch noch Lieferzeiten von vier bis fünf Wochen infolge der sehr großen Mannigfaltigkeit der Spezifikationen für den gleichen Auftrag. Die Lage im Ausfuhrgeschäft war nicht gerade glänzend. Mit dem Fernen Osten wurden noch Abschlüsse getätigt, aber der Wettbewerb war sehr stark.

Am 15. Mai sollten die französischen Werke die Erneuerung des Verbandes für Hämatitroheisen auf neuer Grundlage vornehmen. Die Verhandlungen führten jedoch zu keinem Ergebnis, was einen Rückgang der Hämatitpreise bis 30 Fr zur Folge hatte. Phosphorreiches Gießereiroheisen wurde in diesen Preisrückgang hereingezogen; hier waren seit Monatsanfang Preissenkungen von 5 und 10 Fr festzustellen. Gießereiroheisen Nr. 3 P. L. ging verschiedentlich von 185 Fr auf 180 Fr zurück. Inzwischen sind die langwierigen Bemühungen um eine Wiedererrichtung des französischen Roheisenverbandes abgeschlossen.

Zunächst ist ein französischer Verkaufsverband für phosphorhaltiges Gießereirohisen errichtet worden, der den Verkauf am 1. Juli aufnehmen soll. Der Verbandsvertrag läuft bis zum 30. Juni 1935, also ein Jahr. Indessen besteht eine vorzeitige Kündigungsmöglichkeit für den Fall, daß das Verkaufskontor für Hämatitrohisen bis zum 1. November 1934 nicht zustande kommen sollte. In unterrichteten Kreisen wird allerdings aufs bestimmteste auch mit der Errichtung des Hämatitrohisen-Verbandes gerechnet. Ebenso bestimmt erwartet man, daß sich die saarländischen Hüttenwerke, soweit sie phosphorhaltiges Gießereirohisen herstellen, den neuen Vereinbarungen anschließen werden.

Bestimmte Preisbeschlüsse im Zusammenhang mit der Verbandsneugründung liegen noch nicht vor. Andererseits sind bereits Anträge gestellt worden, den Preis für phosphorhaltiges Gießereirohisen „P. L. Nr. 3“ auf 210 bis 220 Fr zu erhöhen.

Das Ausfuhrgeschäft in Halbzeug ließ zu Monatsanfang zu wünschen übrig. Namentlich Großbritannien schränkte seine Nachfrage ein, besonders soweit es sich um spätere Lieferung handelte; lediglich für sofortige Lieferung bestand Aufmerksamkeit. Auf dem Inlandsmarkt war die Mehrzahl der Weiterverarbeiter gut eingedeckt und bestellte daher nur wenig. Die Werke verfügten jedoch noch über ausreichende Arbeit. Bis Ende des Monats nahm die Nachfrage nach Halbzeug sowohl im Inlande als auch im Auslande weiter ab. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Vorgewalzte Blöcke	Vorgewalzte Blöcke, 140 mm	
Brammen	und mehr	2.5.-
Vierkantknüppel	2½- bis 4zöllige Knüppel	2.7.-
Flachknüppel	Platinen, 20 lbs und mehr	2.8.-
Platinen	Platinen, Durchschnittsgewicht	
	von 15 lbs	2.9.6

Auf dem Inlandsmarkt für Fertigerzeugnisse schien sich die Lage in den ersten Maitagen zu bessern. Gegenüber dem April nahm die Nachfrage nach Trägern aus dem In- und Ausland beträchtlich zu. Für Stabeisen, worin sich eine Wiederbelebung bemerkbar machte, betrug die Lieferfristen vier bis fünf Wochen. Auch in Sonderstählen war die Nachfrage etwas stärker. Die Nachfrage nach Trägern blieb auch weiterhin sehr zufriedenstellend; für bestimmte Abmessungen waren die Lieferfristen ausgedehnt, aber auch in den gewöhnlichen Profilen konnten die Werke nicht sofort liefern. Ende Mai war der Markt ruhig, nur Träger wurden fortgesetzt rege gefragt. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Handelsstabeisen	560
Betoneisen	Bandeisen	650
Röhrenstreifen	Schwere Schienen	700
Große Winkel	Schwere Laschen	637
Träger, Normalprofile		
	Ausfuhr ¹⁾ :	
	Goldpfund	Goldpfund
Winkel, Grundpreis	3.2.6	Träger, Normalprofile
		3.1.6

Der Inlands- und Ausfuhrmarkt in Blechen war ziemlich geschäftlos. Auf dem Weltmarkt herrschte sehr lebhafter Wettbewerb in Mittel- und Feinblechen. Nur in einigen Sonderblechen begegnete man ernstlicher Nachfrage. Die Inlandsverbände verbuchten im Monatsdurchschnitt 10 000 t Mittelbleche und 16 000 t Grobbleche, was als unzureichend zu betrachten ist. Die Grobblechstraßen lagen in zahlreichen Fällen mehrere Tage in der Woche still. Der Kampf auf den Ausfuhrmärkten wurde mit Schärfe fortgesetzt, was die Preise ungünstig beeinflusste. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :	Ausfuhr ¹⁾ :	Goldpfund
Grobbleche, 5 mm und mehr:	Bleche:	
Weiche Thomasbleche	4,76 mm	4.2.6
Weiche Siemens-Martin-Bleche	3,18 mm	4.7.6
Weiche Kesselbleche, Siemens-	2,4 mm	4.10.-
Martin-Güte	1,6 mm	4.15.-
Mittelbleche, 2 bis 4,99 mm:	1,0 mm (geglüht)	4.18.-
Thomasbleche: 4 bis unter 5 mm	0,5 mm (geglüht)	5.18.-
3 bis unter 4 mm	Riffelbleche	4.15.-
Feinbleche, 1,75 bis 1,99 mm	Universaleisen, Thomas-	
Universaleisen, Thomasgüte,	güte	3.18.6
Grundpreis		
Universaleisen, Siemens-Martin-		
Güte, Grundpreis		

In Draht und Drahterzeugnissen war die Lage zufriedenstellend. Im Inland wurden besonders Stifte gefragt, doch bestand auch beachtliche Nachfrage nach Stacheldraht. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht	1130	Verzinkter Draht	1380
Angelassener Draht	1200	Drahtstifte T. L. Nr. 20	1280

Die Schrottpreise waren während des ganzen Monats rückläufig. Siemens-Martin-Schrott sank von 140 Fr ab Werk bis Monatsende auf 130 Fr; Maschinenguß, erste Wahl, kostete 290 Fr, Pariser Bezirk. Die Ausfuhr nach Italien und Großbritannien blieb beachtlich.

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk Osten, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

Der belgische Eisenmarkt im Mai 1934.

Die Geschäftstätigkeit in Stabeisen und Grobblechen war zu Monatsbeginn zufriedenstellend; im übrigen herrschte auf dem Markt Ruhe, doch blieben die bei den Verbänden eingegangenen Bestellungen nur geringfügig hinter denen im März zurück. Es kam zu zweimaligen Frachtsenkungen, eine um 4/6 Papierschilling, die andere um 2/6 Papierschilling, je nach den Bestimmungshäfen. Die fob-Preise für China und Straits Settlements wurden entsprechend erhöht, die cif-Preise blieben dagegen unverändert, während sie für Japan, die Mandchurei und Siam um die Frachtsenkung ermäßigt wurden. Nach Niederländisch-Indien betrug die Ermäßigung 3,60 und 2,70 fl., je nach dem Bestimmungsort; die cif-Preise wurden entsprechend herabgesetzt. Die Frachtänderungen gelten für Verschiffungen im Mai und Juni 1934. Die Ueberpreise für Niederländisch-Indien werden nach der für Holland gültigen Ueberpreisliste berechnet; lediglich Handelsstabeisen genießt eine Ermäßigung von 50% auf die niederländische Liste. Infolge eines Nachlasses von 1/- sh auf die nach Japan verkauften Platinen wurde der fob-Preis entsprechend erhöht. Die Trägerpreise für Holland wurden um 2/6 sh heraufgesetzt. Im Verlauf des Monats blieb die Geschäftstätigkeit sehr beschränkt. Die Nachfrage aus dem Auslande ging zurück, nicht allein wegen der geringeren Anteilnahme der Kundschaft, sondern namentlich infolge der zahllosen unter allen möglichen Vorwänden und Formen dem Außenhandel bereiteten Schwierigkeiten. Die erwartete Wiederbelebung der Nachfrage aus dem Osten blieb aus. Während die Aufträge in Stabeisen und Trägern in der ersten Monatshälfte etwas über denjenigen in der entsprechenden Zeit des Vormonats lagen, war bei Halbzeug und Blechen eine Abschwächung festzustellen. Die Löhne haben eine Neuregelung erfahren: am 15. Mai wurden sie um 2,5% herabgesetzt, und am 15. Juli erfolgt eine weitere Kürzung um 2,5%. Irgendwelche Preisänderungen fanden nicht statt, nur nach Kanada wurden die Preise für Träger von 7" und mehr und für U-Eisen von 8" und mehr von 3.2.6 Goldpfund auf 2.17.6 Goldpfund fob ermäßigt. In den letzten Maitagen bemerkte man eine leichte Erholung. Japan, Palästina, Syrien und Aegypten wandten dem Markt wieder mehr Aufmerksamkeit zu; dagegen stockte das Geschäft nach China weiter. Die Bestellungen auf Bleche waren mittelmäßig, diejenigen auf Halbzeug gingen ernstlich zurück. In Handelsstabeisen und Trägern war die Lage zufriedenstellender. „Cosibel“ erhielt Aufträge in Höhe von etwas über 100 000 t, was den Aprilbestellungen entspricht. Der geschäftsführende Ausschuß der Verbände hat den Preis für Formeisen um 1/6 Goldschilling erhöht. Ebenso wurde die Spanne zwischen den Träger- und Stabeisenpreisen vermindert. Die Preiserhöhung findet jedoch auf folgende Bestimmungsländer keine Anwendung: England, Schweden, Aegypten, Ver. Staaten von Nordamerika, Japan, Mandchurei, Britisch-Indien, Kanada, Portoriko und die Dominikanische Republik. Die Preise wurden erhöht um 4/- Goldschilling für Mexiko, China und Chile, um 1/- Goldschilling für Venezuela, um 1 fl. für Holland und 1/6 Goldschilling für alle übrigen Länder. Für den Fernen Osten gelten diese Bedingungen für den Versand im Juni. Sie können am 1. Juli abgeändert werden, falls sich die Frachtsätze nach einzelnen Häfen ändern. Das Mengenprogramm ist für Juni beibehalten worden, und die Verkaufsfristen für alle Erzeugnisse gelten bis Ende August. Nach den neuen Bestimmungen, die „Cosibel“ getroffen hat, können die zugelassenen Händler zukünftig auch diejenigen Länder bearbeiten und solche Erzeugnisse zu cif-Preisen ohne Rückvergütungen verkaufen, für die sie bisher nicht zuständig waren. Diese Abmachungen gelten nicht für Halbzeug, für Schiffsbauzeug in Mengen von mehr als 250 t und für die Gebiete, die sich die einzelnen Gruppen gemäß dem Länderschutzabkommen vorbehalten haben.

Der Roheisenmarkt blieb Anfang Mai etwas zurück. Die Geschäftstätigkeit in Gießereirohisen besserte sich in der Folgezeit geringfügig in der Erwartung einer Verständigung zwischen den französischen Werken. Ende des Monats kostete Gießereirohisen 312,50 Fr ab Werk, phosphorarmes Roheisen 310 Fr, Hämatitrohisen für Eisen- und Stahlgießereien 360 Fr und Thomasrohisen 290 Fr.

Die Nachfrage nach Halbzeug war zu Monatsanfang beachtlich, obwohl die Aufträge aus Großbritannien zurückgingen. Japan kaufte Sonderplatinen. Im Verlauf des Monats wurde das Geschäft ruhiger. Für die ausbleibenden englischen Bestellungen fand sich ein gewisser Ausgleich in der Nachfrage aus den baltischen Staaten. Im Inlande schränkten die Weiterverarbeiter ihre Käufe ein, doch verfügten die Werke noch über genügend Aufträge aus den vorhergehenden Wochen. Bis Ende

des Monats blieb die Lage unverändert. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :			
Rohblöcke	365	Knüppel	440
Vorgewalzte Blöcke	410	Platinen	470
Ausfuhr ¹⁾ :			
	Goldpfund		Goldpfund
Rohblöcke	2.-	Platinen	2.8.-
Vorgewalzte Blöcke	2.5.-	Röhrenstreifen	3.15.-
Knüppel	2.7.-		

Der Trägermarkt befand sich in besonders guter Verfassung. Auch in warmgewalztem Bandeisener waren die Geschäfte nach wie vor beträchtlich, wenigstens soweit der Auslandsmarkt in Frage kommt. Im Verlauf des Monats machte sich eine allgemeine Abschwächung bemerkbar, doch vermochte sich der Träger- und Stabeisenmarkt zu behaupten. In den letzten Maitagen war für die Ausfuhr eine leichte Erholung bei verschiedenen Erzeugnissen festzustellen. Im Inland blieb die Geschäftstätigkeit beschränkt. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :			
Handelsstabeisen	550	Warmgewalztes Bandeisener	700
Träger, Normalprofile	550	Gezogenes Rundeisen	975
Breitflanschträger	565	Gezogenes Vierkant-eisen	1125
Winkel, Grundpreis	550	Gezogenes Sechskant-eisen	1300
Ausfuhr ¹⁾ :			
	Goldpfund		Goldpfund
Handelsstabeisen	3.2.6 bis 3.5.-	Warmgewalztes Band-eisen	4.-
Träger, Normalprofile	3.1.6	Kaltgew. Bandeisener, 22 B. G.	5.17.6 bis 6.-
Breitflanschträger	3.3.-	Gezogenes Rundeisen	5.2.6
Mittlere Winkel	3.2.6	Gezogenes Vierkant-eisen	6.2.6
		Gezogenes Sechskant-eisen	6.17.6

Die Lage auf dem Schweißstahlmarkt war ausgesprochen schlecht. Während noch einige Ausfuhrgeschäfte zustande kamen, waren die Bestellungen aus dem Inlande unzureichend. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :			
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte			525
Schweißstahl Nr. 4			1100
Schweißstahl Nr. 5			1300
Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	
Schweißstahl Nr. 3, gewöhnliche Güte			2.18.-

Der Blechmarkt war zu Anfang Mai ungleichmäßig. Grobbleche waren besser gefragt als die anderen Blechsorten. Nach Schweden wurden die Grundpreise wie folgt festgesetzt:

Bleche von 3 bis unter 4 mm	4.1.-	Goldpfund fob Antwerpen
Bleche von 4 bis unter 5 mm	3.18.6	Goldpfund fob Antwerpen

Im Verlauf des Monats trat eine sichtliche Abnahme der Geschäfte ein. In Schiffsblechen wurden nur wenig Aufträge erteilt. Der Wettbewerb in Feinblechen war sehr lebhaft. Anzeichen einer Besserung waren nicht ersichtlich. Es kosteten in Fr oder in £ je t:

Inland ¹⁾ :		Ausfuhr ¹⁾ :		Goldpfund	
Gewöhnliche Thomasbleche:		Universaleisen		3.18.6	
4,76 mm und mehr	700	Bleche:			
4 mm	750	6,35 mm und mehr		4.-	
3 mm	775	4,76 mm und mehr		4.2.6	
Riffelbleche:		4 mm		4.5.-	
5 mm	750	3,18 mm und weniger		4.7.6	
4 mm	800	1,0 mm (gegülht)		4.15.-	
3 mm	900	0,5 mm (gegülht)		5.15.-	

Das Ausfuhrgeschäft in Draht und Drahterzeugnissen war wenig günstig, da sich der japanische Wettbewerb auf zahlreichen Märkten fühlbar machte. Im Verlauf des Monats nahm auch der amerikanische Wettbewerb wieder zu. Die Geschäftsstille auf dem Ausfuhrmarkt wurde auch nicht durch eine bessere Haltung des Inlandsmarktes ausgeglichen, wo man vielmehr eine große Zurückhaltung der Kundschaft feststellen konnte. Es kosteten in Fr je t:

Blanker Draht	1100	Stacheldraht	1700
Angelassener Draht	1200	Verzinnter Draht	2300
Verzinkter Draht	1650	Stäbe	1500

Während die Geschäfte auf dem Schrottmarkt zurückgingen, behaupteten sich zu Monatsanfang die Preise gut. Im Verlauf des Monats war die Nachfrage aus dem Inlande ziemlich regelmäßig. Auch Polen hatte Aufmerksamkeit für den Markt. Zu Monatschluss war die Lage unverändert mit einer festeren Note, da die Vorräte, besonders in guten Sorten für Gießereien, äußerst gering sind. Es kosteten in Fr je t:

Sonderschrott	205—210	Drehspäne	180—190
Hochflanschschrott	195—200	Maschinenguß, erste Wahl	300—310
Siemens-Martin-Schrott	220—230	Brandguß	225—230

¹⁾ Die Inlandspreise verstehen sich ab Werk, die Ausfuhrpreise fob Antwerpen für die Tonne zu 1016 kg.

Der englische Eisenmarkt im Mai 1934.

Das wichtigste Ereignis auf dem britischen Eisenmarkt war die amtliche Mitteilung, daß die Einfuhrzölle auf Eisen- und Stahlerzeugnisse, die bis zum 25. Oktober 1934 befristet waren, auf unbeschränkte Zeit weiter in Kraft bleiben. Der Einfuhrzoll von 33 $\frac{1}{3}$ % war im April 1932 für eine Dauer von zwei Jahren bewilligt worden unter der Voraussetzung, daß die Eisenindustrie in der Zwischenzeit einen Umstellungsplan ausarbeitete und in Kraft setzte. Da die Angelegenheiten der Eisen- und Stahlindustrie von einer gewissen politischen Bedeutung geworden sind, ist tatsächlich niemals in Zweifel gezogen worden, daß die Regierung den Umbauplan als zufriedenstellend ansehen und die befristete Dauer der Zölle aufheben würde. Die amtliche Ankündigung hat jedoch die Luft insofern gereinigt, als jetzt die Bedenken der Einführer von Festlandware über die nach dem Oktober herrschende Lage beseitigt sind, während die Verbraucher Aufträge erteilen können, ohne befürchten zu müssen, daß der Markt später mit billigem Stahl überschwemmt wird. Die National Federation of Iron and Steel Industries, die kurz nach dem Kriege gegründet worden war, ist jetzt aufgelöst worden und in der British Iron and Steel Federation aufgegangen. Unterausschüsse dieser Vereinigung sind eifrig damit beschäftigt, die verschiedenen Bestimmungen des Planes in Kraft zu setzen. Inzwischen sind beträchtliche Meinungsverschiedenheiten innerhalb der Industrie entstanden, und insbesondere sind die Weiterverarbeiter über den bisherigen Gang der Verhandlungen mißgestimmt. Der Markt spiegelte im Mai die Unsicherheit der Lage wider und war im ganzen weniger lebhaft als in den beiden vorhergehenden Monaten. Im gewissen Umfang ist dies wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die Vorratsbildung durch die Lagerhalter zu Monatsanfang eingestellt wurde.

Die Erzeinfuhr war stark und erreicht wahrscheinlich das Gesamtergebnis im April, das mit 144 438 t das beste seit vier Jahren war. Zu Anfang Mai kostete bestes Bilbao Rubio 16/9 sh bei sofortiger Lieferung. Im Verlauf des Monats wurde der Markt fester, und Ende Mai verlangten alle Händler 17/- sh cif Tees-Häfen. Die Fracht Bilbao-Middlesbrough betrug während des ganzen Monats etwa 4/9 sh.

Der Roheisenmarkt konnte am meisten befriedigen. Die Nachfrage schwankte im Verlauf des Monats, aber die Werke aller Bezirke hatten ausreichende Aufträge, und die Abrufe erfolgten regelmäßig, was beweist, daß die Verbraucherindustrie gut beschäftigt waren. Die Preise änderten sich nicht. An der Nordostküste tätigten die Hersteller von Fertigerzeugnissen gute Verkäufe für mehrere Monate. Die heimische Nachfrage war hier so stark, daß man sich um das Ausfuhrgeschäft wenig kümmerte. Im Verlauf des Monats nahm jedoch die Erzeugung zu, und da sich das Neugeschäft in der Hauptsache aus kleinen Bestellungen zusammensetzte, begann die Aufmerksamkeit für die Ueberseemärkte wieder zu steigen. Betrachtliche Mengen von Cleveland-Roheisen wurden nach Schottland versandt, zudem war die örtliche Nachfrage so stark, daß der größte Teil der Erzeugung ohne weiteres abgenommen wurde. Die Preise blieben unverändert stehen auf 70/- sh für Gießereirohisen Nr. 1, auf 67/6 sh für Gießereirohisen Nr. 3, auf 66/6 sh für Gießereirohisen Nr. 4 und Roheisen Nr. 4 für Schmiedezwecke, alles frei Verbraucherwerk im Teesbezirk. Obwohl die Werke in Mittelengland vielleicht nicht so gut gestellt waren als die an der Nordostküste, so reichte doch die laufende Nachfrage zuzüglich der bestehenden Verträge aus, um die erzeugten Mengen abzunehmen und die Lagerbestände zu vermindern. Bezeichnend war, daß die großen Vorräte an Derbyshire-Gießereirohisen für die Bedürfnisse der Bauanstalten für schwere Maschinen herangezogen werden mußten. In Schottland blieb das Geschäft stetig, doch genügte die Nachfrage kaum, um die Erzeugung der fünf unter Feuer stehenden Hochöfen aufzunehmen; auch wurde über den Wettbewerb englischen und indischen Roheisens geklagt. Das Geschäft in Hämatit enttäuschte etwas in den ersten Maitagen, aber gegen Ende des Monats setzte eine kräftige Kauflust ein, und ebenso besserte sich die Nachfrage aus dem Auslande. Die Stahlwerke bezogen erhebliche Mengen, besonders im Sheffield-Bezirk und in Mittelengland; die Preise blieben unverändert auf 68/- sh für Gießereirohisen Nr. 1, während sie für die Ausfuhr bis auf 61/- sh heruntergingen.

Das Geschäft in Halbzeug entwickelte sich vom Standpunkte der britischen Werke aus einigermaßen unbefriedigend. Viele Monate lang gehörte der Markt ihnen sozusagen allein als Folge der Einfuhrzölle und der Entwertung des Pfundes Sterling. Die festländischen Verkaufsverbände hatten vor Monaten Freiwerkpreise einschließlich Zoll festgesetzt, die

Die Preisentwicklung am englischen Eisenmarkt im Mai 1934.

	4. Mai		11. Mai		18. Mai		25. Mai	
	Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlandspreis £ sh d
Gießereirohisen Nr. 3	3 2 6	2 12 0	3 2 6	2 11 6	3 2 6	2 11 6	3 2 6	2 11 6
Basisches Roheisen	2 14 0	2 8 0	2 14 0	2 8 0	2 14 0	2 8 0	2 14 0	2 8 0
Knüppel	5 10 0	5 10 0	5 10 0	5 7 6	5 10 0	5 7 6	5 10 0	5 7 6
Platinen	5 2 6	5 0 0	5 2 6	5 0 0	5 0 0	4 17 6	5 0 0	4 17 6
Stabeisen	7 7 6	2 17 6 G	7 7 6	2 17 6 G	7 7 6	2 17 6 G	7 7 6	2 17 6 G
		4 9 3 P		4 9 3 P		4 9 3 P		4 10 0 P
³ / ₁₆ und mehrzölliges Grobblech	8 10 0	3 10 0 G	8 10 0	3 10 0 G	8 10 0	3 10 0 G	8 10 0	3 10 0 G
		5 8 3 P		5 8 3 P		5 8 3 P		5 8 3 P

G = Gold, P = Papier. — Festländische Knüppel- und Platinenpreise frei Verbraucherwerk einschließlich Zoll. Britische Preise fob.

sich praktisch mit den Preisforderungen der englischen Werke deckten. Um die Monatsmitte wurde es deutlich, daß die Festlandswerke auf die Verkaufspreise drückten und Knüppel in Mengen von 500 t zu £ 5.7.6 anboten, während die britischen Werke unverändert £ 5.10.- forderten. Gleicherweise sollen die Festlandswerke £ 4.17.6 und weniger für Platinen aus Besorgnis um Aufträge angenommen haben gegenüber einem Durchschnittspreis der britischen Werke von £ 5.-. Unglücklicherweise fielen diese Bemühungen, sich Aufträge zu sichern, mit einem ausgesprochenen Rückgang der Nachfrage zusammen, die monatelang so stark gewesen war, daß die britischen Werke ihr eben genügen konnten. Zweifellos ließ das Geschäft in dünnem Stab- und Formeisen im Verlauf des Monats nach, was sich auch in einer geringeren Nachfrage nach Knüppeln widerspiegelte. Zufriedenstellend blieb einzig und allein, daß die Abrufe prompt erfolgten und die meisten Werke noch über gute Aufträge verfügten. Gleichzeitig begann man sich etwas über das Fehlen des Neugeschäfts zu beunruhigen, das an die Stelle der abgelaufenen Verträge treten sollte; in manchen Fällen erneuerten die Verbraucher die Verträge nämlich nur für kurze Zeit oder gaben sich damit zufrieden, ihren gerade fällig werdenden Bedarf zu decken. Die Nachfrage nach Knüppeln aus kohlenstoffreicherem Stahl behauptete sich, und die Sheffielder Werke, die diesen Werkstoff herstellen, arbeiteten während des größten Teils des Monats bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit. Die Preise blieben fest und bewegten sich zwischen £ 6.17.6 bei 0,42 bis 0,60% C und £ 8.7.6 bei 0,86 bis 0,99% C; Knüppel mit 1% C und mehr kosteten £ 8.17.6.

Die Verhältnisse der Fertigerzeugnisse verschlechterten sich im Laufe des Monats. In der ersten Maihälfte hatte die Ungewißheit über die Beibehaltung der Einfuhrzölle zweifellos nachteilige Wirkung auf die Kaufstätigkeit; die allgemeine Nachfrage ließ nach mit Ausnahme derjenigen nach Legierungen, Sonderstählen und rostfreiem Stahl. Die Einfuhr festländischer Erzeugnisse nahm etwas zu, was die britischen Werke beunruhigte. Weiterhin bemerkenswert war das Nachlassen der an die angeschlossenen weiterverarbeitenden Betriebe gehenden Aufträge und ein Anwachsen der unmittelbar an die Stahlwerke gelangenden Bestellungen, was lebhaft Klagen bei den Weiterverarbeitern verursachte. Diese hatten nämlich, als sie sich zur Sicherstellung ihres Rohstoffbedarfes der Vereinigung der Knüppelhersteller und Weiterverarbeiter anschlossen, die Ueberpreis-

liste der Stahlwerke annehmen müssen mit dem Erfolge, daß sie jetzt ihre Geschäfte an die Stahlwerke fallen sahen. In den letzten Monatstagen wurde bekannt, daß die Stahlindustrie an den beratenden Ausschuß für Einfuhrzölle einen Antrag auf Erhöhung der gegenwärtigen Zölle von 33¹/₃% gestellt habe und daß der Antrag wahrscheinlich zu Ende Juni geprüft würde. Zur gleichen Zeit verlautbarte, daß die Stahlwerke die Preise für Baueisen, Träger usw. um £ 1.- je t erhöhen wollten. Es kann daher nicht überraschen, daß die Besserung der inländischen Nachfrage infolgedessen Ende des Monats wieder nachließ. Die Preise änderten sich im Verlauf des Monats nicht sehr. Die zusammengeschlossenen Weiterverarbeiter forderten £ 8.12.- in den Provinzen und £ 8.14.6 frei London mit einem Nachlaß von 2/6 sh für solche Firmen, die lediglich von den Mitgliedern der Vereinigung kauften in Mengen von 4 t und 1 t gleicher Abmessungen. Demgegenüber forderten die außenstehenden Firmen £ 7.17.6, und festländisches Stabeisen wurde angeboten zu £ 6.18.- bis £ 7.- frei Werk einschließlich Zoll. Die britischen Verbandspreise fob lauteten wie folgt (Preis frei London in Klammern): Träger £ 7.7.6 (8.17.6), U-Eisen £ 7.12.6 (8.15.-), Winkel £ 7.7.6 (8.10.-), Flacheisen über 5 bis 8" £ 7.17.6 (9.-), Flacheisen unter 5" £ 7.5.- (8.14.6), Rundeisen über 3" £ 8.7.6 (9.10.-), Rundeisen unter 3" £ 7.5.- (8.14.6), ³/₁₆zölliges Grobblech Grundpreis £ 7.15.- (9.-). Im Ausfuhrgeschäft zeigte sich einige Besserung. Der größte Auftrag entfiel auf Bleche für die südafrikanischen Eisenbahnen und Häfen; er wurde zwischen englischen und deutschen Werken aufgeteilt.

Die britischen Blechwalzwerke verfügten im Berichtsmonat nur über geringe Aufträge, was besonders für verzinkte Bleche gilt. Die Preise blieben unverändert, doch sollen vom 1. Juli an, um die Frachterhöhungen nach Indien von 5/- sh zu decken, die Preise gleichfalls um 5/- sh von dem gegenwärtigen Preis von £ 16.10.- cif Indien einschließlich Zölle heraufgesetzt werden bei einem Nachlaß von 2/6 sh für Händler. Für die übrigen Absatzgebiete betrug der Preis £ 11.5.- fob; der skandinavische Markt war frei. Das Geschäft in Weißblechen wurde im Mai etwas lebhafter, hauptsächlich als Ergebnis der Verständigung zwischen den britischen, amerikanischen und deutschen Werken und der Bekanntgabe, daß die Verhandlungen mit den französischen und italienischen Werken vorangingen. Die Preise stiegen von 17/- bis 17/3 sh auf 17/3 bis 17/6 sh fob für die Normalkiste 20×14.

Vereins-Nachrichten.

Aus dem Leben des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.

Am 3. Mai besprach der Arbeitsausschuß des Stahlwerksausschusses Anregungen für seine künftigen Arbeiten; weiterhin nahm er Berichte über das Arbeiten mit höheren Roheiseneinsätzen im Siemens-Martin-Betrieb und über Neuerungen im amerikanischen Stahlwerksbetrieb entgegen. Die Vollversammlung trat am Nachmittag des gleichen Tages zusammen, um Vorträge über die Schlackenprobe beim Siemens-Martin-Verfahren, über die Erzeugung von Werkzeugstahl im kernlosen Induktionsofen und über den metallurgischen Verlauf des Thomasverfahrens zu erörtern.

Der Unterausschuß für Statistik des Ausschusses für Betriebswirtschaft kam am 4. Mai zusammen. Die Berichte und die Aussprache befaßten sich mit den praktischen Möglichkeiten einer Umreifung der Arbeitsgebiete Hauptbuchhaltung, Betriebsbuchhaltung und Statistik, ferner mit der Ausgestaltung der Betriebsstatistik und der Ermittlung der für diese erforderlichen Kennzahlen.

Ebenfalls am 4. Mai tagte der Arbeitsausschuß des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke, um sich über verschiedene vorliegende Fragen und neu aufzunehmende Arbeiten auszusprechen. Der Sitzung des Arbeitsausschusses

folgte eine Vollversammlung, in der Berichte über Gewinnung und Eigenschaften von Hochofenschlackschlacke und über das Granulationsverfahren des Bochumer Vereins unter besonderer Berücksichtigung der planmäßigen und gesundheitsspendenden Wasserwirtschaft erstattet wurden.

In einer Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 8. Mai wurde über Betriebserfahrungen mit Feuchtigkeitsmeßgeräten für staubhaltige Industriegase und über ein von der Wärmestelle Düsseldorf entwickeltes vereinfachtes Analysenverfahren für technische Gasuntersuchungen berichtet.

Am gleichen Tage tagten auch der Arbeitsausschuß und die Vollversammlung des Walzwerksausschusses, ersterer um künftige Arbeiten zu besprechen, letztere um Vorträge über den Einfluß der Reibung auf den Materialfluß beim Walzen, über Genauigkeitswalzung und über Maschinenelemente im Walzwerksbau und ihre Pflege zu erörtern.

Der Arbeitsausschuß des Kokereiausschusses, der gemeinsam für den Verein für die bergbaulichen Interessen, Essen, und den Verein deutscher Eisenhüttenleute tätig ist und sich aus Kokereifachleuten aus nahezu allen deutschen Steinkohlenbezirken zusammensetzt, konnte am 11. und 12. Mai 1934

in Saarbrücken unter der Führung von Generaldirektor Dr.-Ing. C. h. A. Pott, Essen, endlich seine langbeschlossene, aber immer wieder verschobene Saar-Tagung abhalten. In den ersten beiden Vorträgen konnte dargelegt werden, daß man durch Ausnutzung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse und technischen Erfahrungen auf dem Gebiete der Steinkohlenpetrographie und dem der Aufbereitung heute imstande ist, aus der normalerweise schlecht kokenden Saarkohle einen für Hüttenzwecke durchaus ausreichenden Hochofenkoks zu erzeugen. Ein weiterer Bericht über die Maßnahmen für das Warmhalten der Koksöfen nach der Gasbehälterexplosion auf dem Neunkircher Eisenwerk brachte dem Kokereibetriebsmann wichtige Erfahrungen und Einzelheiten. Der praktische Teil der Tagung galt der Besichtigung von Kokereianlagen des Saargebietes, wobei die vor einem Jahr durch die Explosion des Gasbehälters stark in Mitleidenschaft gezogene Kokerei des Neunkircher Eisenwerks im Vordergrund stand. Die Fahrten zu den einzelnen Anlagen vermittelten den Teilnehmern nicht nur einen Eindruck von der landschaftlichen Schönheit dieses zur Zeit noch einzigen besetzten Gebietes des Deutschen Reiches, sondern sie gewannen durch die Haltung der saarländischen Volksgenossen, durch den reichen Fahnen Schmuck der Häuser in den Farben des Dritten Reiches und den immer wieder freudig entgegengebrachten deutschen Gruß die Ueberzeugung, daß der Wille zum Durchhalten bis zur endgültigen Entscheidung ungebrochen ist.

Vom Werkstoffausschuß trat der Unterausschuß für Verschleißversuche am 17. Mai zusammen, um Berichte über die grundsätzliche Untersuchung des Verschleißes auf der Spindelmaschine und über den Zusammenhang zwischen dem Gefügebau von Eisenlegierung und ihrem Verschleiß bei der Prüfung nach M. Spindel zu erörtern.

Die Technische Kommission des Grobblechverbandes befaßte sich am 22. Mai im wesentlichen mit der Neuordnung des Dampfkesselwesens und mit Lieferbedingungen.

Eine Vollsitzung des Werkstoffausschusses fand am 24. Mai statt. Es wurden Berichte über Forschungseinrichtungen und Forschungsergebnisse zur Spanabnahme, insbesondere von Werkstoffen aus Stahl, über die Bestimmung des Abnutzungswiderstandes als Aufgabe der Werkstoffprüfung und über Dauerstandfestigkeit von Stählen in Abhängigkeit von Legierung und Wärmebehandlung erstattet und erörtert.

Der Arbeitsausschuß des Chemikerausschusses tagte am 25. Mai in Köln, um die Ergebnisse seiner laufenden Arbeiten zu besprechen, und besichtigte darauf gemeinsam die Ausstellung für chemisches Apparatewesen, die in Verbindung mit der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Köln stattfand.

In einer am 25. Mai abgehaltenen Sitzung des Ausschusses „Einführung der Normen in die Praxis“ beim Deutschen Normenausschuß, an der sich der Verein beteiligte, wurden Erfahrungen mit der Werkstoff-Normung durch Verbraucher und Hersteller erörtert.

Der Ausschuß für Verwaltungstechnik hielt am 29. Mai seine 37. Sitzung ab. Als Abschluß einer längeren Vortragsreihe wurde die Frage nach den wirtschaftlich vertretbaren Grenzen in der Ausdehnung der lochkartenmäßigen Lohnabrechnung erörtert. Eine Aussprache über die in eisenhüttenmännischen Verwaltungsbetrieben gebräuchlichen Vervielfältigungsverfahren von Schrift und Rede leitete zu einer weiteren Reihe von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen über diese Frage ein.

Bei unserem Zweigverein Eisenhütte Oberschlesien besichtigte der Fachausschuß Walzwerk und Weiterverarbeitung am 9. Mai die Anlagen des Werkes Zawadzki der Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke nach einem einleitenden Bericht über die Entwicklung des Werkes im Rahmen der Eisenindustrie an der Malapane. Es folgte eine Filmvorführung über neuzeitliche Feisenwerke mit mechanischen Hochleistungskühlbetten. Ein gut besuchter Vortragsabend der Eisenhütte Oberschlesien am 17. Mai brachte Vorträge über das betriebswirtschaftliche Kostenbild des Ingenieurs und Kaufmanns und den Einfluß der Organisation des Auftragswesens auf das Terminwesen für Hüttenwerke. Der Fachausschuß Hochofen und Kokerei des Zweigvereins tagte am 29. Mai. Es wurden Berichte über die oberschlesischen Steinkohlenlagerstätten auf Grund des neueren Schrifttums und über Glanz- und Mattkohle oberschlesischer Flöze erstattet.

Unsere Eisenhütte Oesterreich hielt am 26. Mai in Leoben eine Vorstandssitzung und ihre Hauptversammlung ab, in der nach Erledigung des geschäftlichen Teils Vorträge über Großzahl-Forschung als Instrument des Betriebsingenieurs und über die röntgenographische Feinstruktur-Untersuchung im Dienste der Werkstoffprüfung von Stahl und Stahlbauwerken gehalten wurden. Der Fachausschuß für Elektrostahlöfen

der Eisenhütte Oesterreich nahm am 28. Mai seine seit längerer Zeit unterbrochenen Arbeiten durch Aufstellung eines Planes wieder auf.

Von unserem Zweigverein Eisenhütte Südwest ist zu berichten, daß am 2. Mai eine Sitzung der Fachgruppe Walzwerke stattfand, in der Vorträge über ein Hochleistungskühlbett für sechs Adern (mit begleitender Filmvorführung) und über umlaufende Scheren für mechanische Kühlbetten erstattet wurden.

Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Agle, Rudolf*, Dipl.-Ing., Direktor, Bochum, Wiemelhauser Str. 174.
Bannenberg, Wilhelm, Dipl.-Ing., Direktor der Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Hindenburg (O.-S.), Im Hüttenpark der Donnersmarckhütte.
Blumberg, Fritz, Fabrikdirektor a. D., Ziviling., Düsseldorf, Hermannstr. 5.
Deinert, Gotthard, Dr. rer. oec., Dipl.-Ing., Walzwerkschef, Hannover-Waldhausen, Brandestr. 12.
Fleischer, Fritz, Dr.-Ing., Köln-Mülheim, Graf-Adolf-Str. 58-60.
Giessen, Ernst A., Dipl.-Ing., Frankfurt (Main) 1, Bockenheimer Anlage 30.
Harr, Albrecht, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Huckingen (Rhein), Hermann-Rinne-Str. 14.
Holz, Otto, Dipl.-Ing., Hüttendirektor a. D., Düsseldorf, Lindemannstr. 29.
Kahlhöfer, Heinrich, Dipl.-Ing., Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Huckingen (Rhein), Hermann-Rinne-Str. 23.
Kneer, Norbert, Gießereileiter der Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Donnersmarckhütte, Hindenburg (O.-S.), Haldenstr. 20.
Knipping, Albert, Dr.-Ing., Oberg., Stahl- u. Walzwerk Hennigsdorf, A.-G., Hennigsdorf (Osthavelland), Stahlwerkskasino.
v. Köckritz, Hans, Dr.-Ing., Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., Wetzlar, Hindenburgring 18.
Köhler, Günther, Dr.-Ing., Mitteld. Stahlwerke, A.-G., Stahl- u. Walzwerk Weber, Brandenburg (Havel), Am Rosenhag 3.
Michaelis, Otto, Dipl.-Ing., Wuppertal-Elberfeld, Zietenstr. 5.
Müller, Richard, Dr.-Ing., Fa. Blohm & Voss, Kom. a. Akt., Versuchsanstalt, Hamburg 39, Lattenkamp 68.
Polaschek, Walter, Dipl.-Ing., Verein. Oberschl. Hüttenwerke, A.-G., Werk Julienhütte, Bobrek-Karf 1, Eichendorffstr. 8.
Puppe, Heinz, Betriebsdirektor, Neunkircher Eisenwerk A.-G. vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen (Saar), Goethestr. 39.
Rhoen, Hermann, Dipl.-Ing., Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Werk Phoenix, Düsseldorf, Am Wehrhahn 11.
Saemann, Ernst, Gießereingenieur der Walzeng. u. Stahlg. Ed. Breitenbach, G. m. b. H., Weidenau (Sieg), Feldstr. 40.
Voos, Ernst, Dipl.-Ing., Malapane (O.-S.), Edelstahlwerk.
Wallmann, Karl, Dr.-Ing., Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Werk Phoenix, Düsseldorf, Adolf-Hitler-Str. 11.
Weber, Ernst Karl, Ingenieur, Milwaukee (Wisc.), U. S. A., 3358 South Illinois Ave.
Wellnitz, Hermann, Betriebsingenieur der Fa. Stockey & Schmitz, Gevelsberg, Im Himmel 42.

Neue Mitglieder.

- Absolon, Otto*, Dipl.-Ing., Betriebschef des Feinblechwalz. der Fa. Albert Hahn, Röhrenwalzwerk, Neu Oderberg (C. S. R.).
Brandl, Adolph, Dr.-Ing., Duisburger Kupferhütte, Duisburg, Friedenstr. 81.
Breuninger, Eberhard, Direktor der Rhein. Metallw.- u. Maschinenfabrik, Düsseldorf 40, Rochusstr. 23.
Grunke, Karl, Gießereingenieur der Fa. Schiess-Defries, A.-G., Düsseldorf-Oberkassel, Niederkasseler Str. 66.
Helweg, Eberhard, Dr. mont., Düsseldorf, Breite Str. 27.
Hilmi, Kadri, Ingenieur, Essen, Steinstr. 46.
Krämer, Gustav, Dipl.-Ing., Hüttenwerke Siegerland, A.-G., Meggener Walzwerk, Meggen (Lenne), Hauptstr. 63.
Lueg, Ernst Günther, Dipl.-Ing., Düsseldorf, Achenbachstr. 54.
Reisdorf, Eduard, Dr.-Ing., Kokereichef der A.-G. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen (Saar), Dimmersteinstr. 2.
Remy, Johannes, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Rasselsteiner Eisenwerks-Ges., A.-G., Rasselstein (Kr. Neuwied).
Scherzer, Franz, Dipl.-Ing., Prokurist der Fa. Stahl- u. Draht-Werk Röslau, G. m. b. H., Röslau (Bayern).
Schmidt, Winfried, Dr. phil., Forschungs-Inst. der Verein. Stahlwerke, A.-G., Dortmund, Arnold-Böcklin-Str. 63.
Stolte, Josef, Dipl.-Ing., Castrop-Rauxel 2, Bahnhofstr. 5.
Tofaute, Walter, Dr. phil., Fa. Fried. Krupp A.-G., Versuchsanstalt, Essen, Helbingstr. 10.

Gestorben.

- Quambusch, Jean*, Obergeringenieur, Berlin-Spandau. 11. 5. 1934.
Roemer, Martin, Direktor, Köln. 8. 6. 1934.